Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

Digitized by Google

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.

To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

MAR 26 1988

MAR 13 1988

L161—O-1096

Digitized by Google

Digitized by Google

LE

GÉNIE CIVIL

Digitized by Google

LE GÉNIE CIVIL

SOCIÉTÉ ANONYME

DE PUBLICATIONS ET CONSULTATIONS TECHNIQUES

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU JOURNAL *LE GÉNIE CIVIL*

MM

Georges BERGER, G. O. ✱, O. I. ☆, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889 Président honoraire de la Société internationale des Electriciens.

R. BISCHOFFSHEIM, ✱, Membre de l'Institut, Ingénieur civil.

BIVER, ✱, Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

BOURDAIS, O. ✱, O. I. ☆, Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils.

BOUTILLIER, ✱, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et à l'École des Ponts et Chaussées.

CAUVET, C. ✱, O. I. ☆, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

E. CHABRIER, O. ✱, Ancien Ingénieur de la voie au chemin de fer de l'Ouest, Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, ancien Président de l'Association des anciens élèves de l'École Centrale.

CH. COTARD, ✱, Ingénieur civil, ancien élève de l'École Polytechnique.

DECAUX, ✱, Directeur des teintures des Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais.

DEHÉRAIN, O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École d'agriculture de Grignon.

DIETZ-MONNIN, C. ✱, ancien Président de la Chambre de Commerce de Paris, ancien Directeur de la section française à l'Exposition universelle de 1878.

DUMOUSTIER DE FRÉDILLY, ✱, Chef de bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie.

EIFFEL, O. ✱, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

Alfred ÉVRARD, ✱, ☆, ancien Directeur général de la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry, membre du Conseil de perfectionnement de l'École des Mines de Saint-Étienne.

Joseph FARCOT, O. ✱, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

FICHET, Ingénieur civil.

J. FLEURY, ✱, Ingénieur civil.

FRIBOURG, O. ✱, Inspecteur général des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École supérieure de Télégraphie.

Ferdinand GAUTIER, Ingénieur civil, ancien Secrétaire du Comité des Forges de France.

A. GIBON, ✱, Ingénieur-Conseil, ancien Directeur des usines de Commentry, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

Jules GROUVELLE, Ingénieur civil, Professeur à l'École Centrale.

HALLOPEAU, ✱, O. I. ☆, Ingénieur de la Compagnie de P.-L.-M., Professeur à l'École Centrale.

MM.

HUDELO, ✱, O. I. ☆, Ingénieur civil, Vice-Président de l'Association Polytechnique, membre de la Commission des logements insalubres.

Joseph IMBS, ✱, ☆, Ingénieur, Professeur de filature et de tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.

JACQUEMART, O. ✱, O. I. ☆, Ingénieur civil des Mines, Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.

Paul JOUSSELIN, ✱. I. ☆, Ingénieur, Chef de la troisième division de l'exploitation à la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M., Expert près les Tribunaux.

LAUTH, O. ✱, Administrateur honoraire de a Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.

LAVALLEY, O. ✱, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

LEVASSEUR, O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

H. LÉAUTÉ, ✱, O. I. ☆, Membre de l'Institut, Ingénieur des Manufactures de l'État, Répétiteur à l'École Polytechnique.

Maurice LÉVY, O. ✱, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et au Collège de France.

ED. LIPPMANN, ✱, ☆, Ingénieur civil, ancien Répétiteur à l'École Centrale.

MARIÉ DAVY, ✱, Directeur honoraire de l'Observatoire météorologique de Montsouris.

G. MASSON, ✱, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

NIVOIT, ✱, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.

S. PÉRISSÉ, ✱, O. I. ☆, Ingénieur civil, Membre de la Commission centrale des appareils à vapeur, Président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.

Al. POURCEL, ancien Directeur technique des Hauts Fourneaux et Aciéries de Terrenoire, des Forges et Aciéries de Bilbao, et des Aciéries de Port-Clarence (Bell Brothers).

H. RÉMAURY, ✱, Ingénieur-Conseil, ancien Directeur des Forges d'Ars-sur-Moselle et de Pompey.

RICHEMOND, O. ✱, Administrateur de la Société centrale de construction de machines de Pantin, Président du Tribunal de Commerce de la Seine.

RISLER, C. ✱, Directeur de l'Institut national Agronomique.

T. SEYRIG, Ingénieur-Constructeur.

CH. THIRION, ✱, ☆, Ingénieur civil, Conseil en matière de propriété industrielle.

Émile TRÉLAT, O. ✱, O. I. ☆, Architecte en chef du département de la Seine. Directeur de l'École spéciale d'Architecture, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

F. VALTON, ✱, Ingénieur civil.

Camille VINCENT, ✱, ☆, Ingénieur civil, lauréat de l'Institut, Professeur à l'École Centrale.

MAX DE NANSOUTY, ✱, O. I. ☆, Ingénieur civil,
Membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils, et du Comité de la Société internationale des Électriciens,
Rédacteur en Chef-Gérant du journal le Génie Civil.

CH. TALANSIER, Ingénieur, Secrétaire général de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du travail,
Secrétaire de la Rédaction.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

MM. **BARBIER, R. BISCHOFFSHEIM, H. BIVER, CH. BRICOGNE, E. CACHEUX, E. CHABRIER, ABEL COUVREUX, H. DEUTSCH, G. DUPONT, G. EIFFEL, E. GENESTE, A. GIBON, J. GROUVELLE, ADOLPHE JAPY, ED. LIPPMANN, H. MENIER, H. RÉMAURY, RICHEMOND, CH. THIRION, E. WATEL.**

BUREAU DU CONSEIL

H. RÉMAURY, *Président;* **H. BIVER, RICHEMOND**, *Vice-Présidents.*

Digitized by Google

LE

GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Paraissant tous les Samedis

HONORÉE PAR LES MINISTRES DE SOUSCRIPTIONS POUR LES GRANDS ÉTABLISSEMENTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES DE L'ÉTAT

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881), d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888)

MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

DOUZIÈME ANNÉE. — TOME XX

PREMIER SEMESTRE 1891-1892

ADMINISTRATION & RÉDACTION

6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6

PARIS

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY

Douzième année. — Tome XX. — N° 1. **N° 491.** Samedi 7 Novembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Variétés** : Arcs de triomphe industriels, p. 1 ; Max de Nansouty. — **Hygiène** : La conservation des viandes fraîches par le froid. Etat actuel de la question, p. 3. — **Travaux publics** : Les travaux du canal de la Baltique (*planche I*), p. 4 ; — Le pont Boucicaut, à Verjux (Saône-et-Loire), p. 5 ; N. de Tédesco. — **Electricité** : Du meilleur régime de fonctionnement pour les lampes à incandescence, p. 6, André Larnaude. — **Physique industrielle** : Gazogène Taylor à sole tournante et à décrassage automatique, p. 7 ; A. Fichet. — **Métallurgie** : Propriétés physiques et chimiques du coke métallurgique, p. 9 ; P. Rossigneux ; — Laminage de la tôle en feuilles continues en partant du fer fondu ou de l'acier à l'état liquide, p. 11 ; Foris. — **Constructions navales** : Lancement du cuirassé de ligne le *Brennus*, à Lorient, le 17 octobre 1891, p. 14. — **Correspondance** : Sur la répartition du travail dans les compresseurs d'air, p. 14 ; A. Flamant. — **Informations** : Exposition vinicole, viticole, industrielle, horticole et des beaux-arts de la ville de Béziers, p. 15 ; — L'éclairage des trains par l'électricité, p. 15 ; — Nouvelle extension du chemin de fer métropolitain à Londres, p. 15 ; — La falsification des diamants, p. 15.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 2 octobre 1891 ; p. 16 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 5 octobre 1891, p. 16 ; G. Petit. — Société française d'hygiène, p. 16.

Bibliographie. — **Livres récemment parus**, p. 16.

Planche I : Les travaux du canal de la Baltique.

VARIÉTÉS

ARCS DE TRIOMPHE INDUSTRIELS

Il est permis de dire, sans faire preuve d'un amour-propre national excessif, que nos populations industrielles possèdent à un très haut degré le sentiment artistique spécial qui donne aux produits de leur fabrication, parfois les plus humbles et les plus modestes, un cachet spécial justement recherché. Il va de soi que ce résultat est obtenu avec le concours et sous l'inspiration des chefs d'industrie et de leurs Ingénieurs ; mais aucune part stricte n'est à faire en pareille matière ; le feu sacré brille à tous les rangs de la hiérarchie et le résultat obtenu est une récompense commune dont chacun est en droit de réclamer la part qui lui revient.

Qui ne se souvient encore, dans cet ordre d'idées, de la merveilleuse décoration de la galerie de 30 mètres, à l'Exposition universelle de 1889 ? Le rapport général (1) que publie, en ce moment, M. Alfred Picard, avec tout l'éclat et le luxe artistique dignes du souvenir de cette grande entreprise française, permet de s'y reporter. La grande galerie de 30 mètres constituait la voie principale de l'Exposition : on avait eu soin de mettre en bordure les classes qui, par la nature de leurs produits, pouvaient le mieux contribuer à son imposant aspect. En allant de la Seine vers l'Ecole militaire, on rencontrait successivement : à droite l'orfèvrerie, la céramique, les meubles, les ouvrages du tapissier et du décorateur, l'horlogerie, les bronzes et fontes d'art, l'exploitation des mines et la métallurgie ; à gauche, la joaillerie et la bijouterie, le vêtement, les soieries, les tissus de laine, les armes, les produits des exploitations forestières, la métallurgie.

Fig. 1. — Arc de triomphe de la maison Moët et Chandon, à Épernay, érigé à l'occasion du passage de M. Carnot, Président de la République française.

Au débouché des galeries de 25 mètres qui tombaient à angle droit sur la galerie principale, s'élevaient de larges portiques donnant accès aux classes que nous venons d'énumérer et leur servant, en quelque sorte, de frontispice. La décoration en fut confiée aux comités.

Ces portiques, ou façades, étudiés par les architectes des classes, sous le contrôle du service des installations, présentèrent quatorze motifs absolument remarquables et très différents, dont plusieurs, comme ceux de la céramique et de la métallurgie, notamment, empruntaient leurs éléments aux produits industriels mêmes de la classe et attestaient le talent de leurs auteurs.

Il y a là un goût de décoration spécial et une branche d'art bien française dont nous pouvons tirer à très juste titre quelque fierté.

Nous avons vu cet art reproduire et varier ses motifs avec une ingéniosité habile et touchante, lors des voyages que vient de faire en France, cette année, M. Carnot, Président de la République française.

Sur les différents points du parcours du chef de l'Etat, nos braves populations industrielles ont su matérialiser leurs sentiments de respect et leurs hommages spontanés par l'édification d'arcs de triomphe dont

(1) *Rapport général sur l'Exposition universelle de 1889*, par M. Alfred Picard. — Imprimerie nationale, Paris, 1891.

84908

Digitized by Google

quelques-uns constituent, en vérité, des œuvres d'art tout à fait remarquables et pleines de goût. Il y a bien loin entre ces manifestations chaleureuses entièrement dues à l'initiative privée et la pompe des cérémonies officielles proprement dites, qui manquent trop souvent de tact et de sincérité.

Nous avons recueilli deux exemples de ces intéressantes et passagères constructions, l'une à Epernay, l'autre à Toulouse. Il serait aisé d'en citer d'autres s'il ne fallait se limiter même dans une matière artistique aussi originale. Les dessins que nous en donnons les feront encore mieux comprendre que notre brève description.

Arc de triomphe de la maison Moët et Chandon, à Epernay. — Au cours de son récent voyage dans le département de la Marne à l'occasion des grandes manœuvres. M. le Président de la République honora de sa visite la maison Moët et Chandon, d'Epernay, dont les importantes caves, éclairées par l'électricité, ont été décrites précédemment dans le *Génie Civil*(1).

A l'entrée de la rue du Commerce, superbe avenue sur laquelle se trouve la façade principale de l'établissement, MM. Chandon avaient élevé deux arcs de triomphe entièrement composés avec le matériel servant à la production et à la manutention des vins, d'une remarquable originalité.

La face antérieure de l'un comportait comme décoration principale des piles de tonneaux entremêlés de caisses employées pour l'emballage des vins en bouteilles. Sur les panneaux de la face postérieure, des panoplies étaient formées avec les divers outils du tonnelier et du vendangeur.

Le second arc, dont nous donnons le dessin (fig. 1), d'une grâce et d'une légèreté remarquables, avait essentiellement, comme motifs d'ornementation, les bouteilles à champagne prises dans les différentes phases de la manutention : bouteilles en tas comme elles sont placées en cave après le triage, bouteilles sur pointe, c'est-à-dire la pointe en bas sur les pupitres pour faciliter la descente du dépôt sur le bouchon, bouteilles rangées dans les paniers à main pour le transport dans les caves, d'autres emballées dans des paniers en osier pour l'expédition. Enfin, la rosace et les guirlandes qui décoraient la partie supérieure de l'arc de triomphe étaient composées de bouteilles, demi-bouteilles, quarts et magnums (ou doubles bouteilles), revêtus des étiquettes de la maison et coiffés du capuchon d'étain qui leur donne leur aspect caractéristique.

Ces deux arcs de triomphe réunis, constituaient d'une façon curieuse l'historique complet de cette importante fabrication française.

Arc de triomphe des ouvriers de Chemins de fer des Compagnies d'Orléans et du Midi, à Toulouse. — L'arc de triomphe élevé à Toulouse par les ouvriers des chemins de fer des Compagnies d'Orléans et du Midi, sur les plans et la direction de M. Roques, ancien élève de l'Ecole Centrale, Ingénieur principal des chemins de fer du Midi, à Toulouse, était aussi particulièrement remarquable par son importance, par l'élégance et la logique de sa construction. Notre dessin (fig. 2) en représente l'aspect général. Il était entièrement construit et orné avec du matériel de chemin de fer ; il avait donc fallu faire concorder les dimensions de l'ensemble et la recherche des détails avec les éléments divers du matériel disponible. Malgré cette difficulté jointe à la rapidité avec laquelle ce travail devait être exécuté, cet arc de triomphe était du plus gracieux aspect, en même temps que d'une solidité à toute épreuve. Cette œuvre éphémère eût pu devenir durable si on l'eût désiré.

L'ensemble, ainsi qu'on le voit sur notre dessin, était un portique à quatre colonnes hexagonales à base carrée.

Ces colonnes étaient formées par des rails de 11 mètres et de 5m 50 jumelés, éclissés, et se terminaient à la partie supérieure par un clocheton en bois surmonté d'un appareil Siemens qui en formait le couronnement et dont le sommet se trouvait à 19 mètres au-dessus du sol.

A hauteur de l'extrémité du premier rail de 11 mètres étaient fixés, à l'aide d'éclisses coudées à angle droit, des rails formant un tablier métallique figurant un pont avec sa balustrade. Ces pièces, qui formaient la plate-forme du portique, reliaient les quatre colonnes à leur partie supérieure.

Le poids de toute cette charpente en fer dépassait 20 000 kilogr. ; il était nécessaire de l'établir sur des fondations résistantes et faciles à exécuter promptement.

M. Roques employa dans ce but les rouets en bois posés sur sable.

L'ensemble métallique ainsi construit, voici comment fut faite son ornementation :

Nous avons dit que les bases des colonnes étaient carrées. A la partie basse, des semelles en bois servaient de support à des traverses de la voie normale munies de leurs coussinets et placées verticalement à 20 centimètres environ l'une de l'autre ; cet ensemble, réuni par des bouts de rails placés sur les coussinets des traverses, formait un socle à jour. L'intervalle entre deux traverses était rempli par des briquettes de houille régulièrement empilées comme une maçonnerie sèche.

Le contraste des surfaces blanches formées par les traverses, et les parties noires nettement dessinées par les briquettes et alternant régulièrement, était du plus heureux effet.

L'extrémité supérieure des traverses ornant le socle était retenue par un cadre en bois parallèle à celui de la base. Il servait de support à divers appareils de la voie, tels que vérins à vis, crics, roues

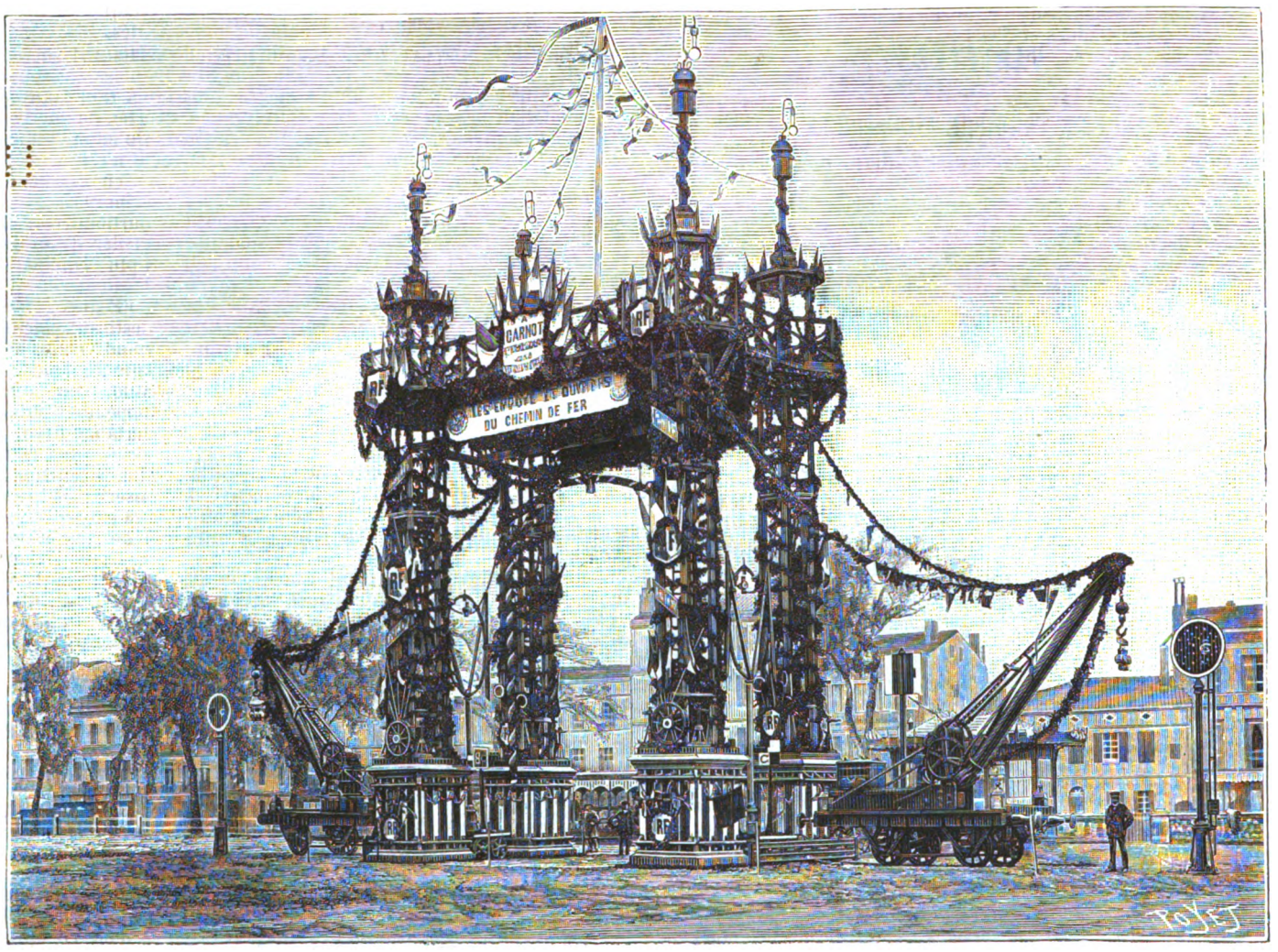


Fig. 2. — Arc de triomphe élevé sur le passage de M. Carnot, Président de la République française, par les ouvriers des chemins de fer des Compagnies d'Orléans et du Midi, à Toulouse.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 21, p. 417.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF ILLINOIS URBANA

Digitized by Google

de wagons qui surmontaient le socle et décoraient la base de la colonne.

En réalité, le socle se trouvait formé par une portion de voie à traverses rapprochées enroulée sur un prisme carré, enveloppant la colonne proprement dite; les rails et les coussinets qui les supportaient rappelaient les moulures d'un socle ordinaire en maçonnerie.

L'ornementation était complétée tout autour de la base par une guirlande formée de tendeurs de wagons et de chaînes d'attelage. Les faces extérieures des soubassements des portiques étaient garnies de panoplies formées avec du matériel employé à la pose ou aux réparations de la voie, pelles, pioches, tarières, batte à bourrer, pinces, tourne-à-gauche, râteaux, drapeaux de garde-barrières, herminettes, clefs de serrage, clefs de tirefonds, clefs de boulons d'éclisses, vrilles, marteaux, pinces à pied-de-biche, pioches à feuille de sauge, etc.

A droite et à gauche des portiques, à l'extérieur, se trouvaient des supports pour approvisionnement de rails en pleine voie, tels qu'on les place le long de la ligne, pour mettre en réserve les rails de rechange. Entre les deux colonnes latérales, un wagonnet Lory pour le service de la voie portait un tuyau en fonte formant colonne et portant deux grosses lettres M et O, rappelant le nom des deux Compagnies Midi et Orléans qui ont participé à la construction du monument.

Ces deux initiales étaient formées de la façon suivante :

L'M à l'aide de leviers servant à pousser les wagons, l'O par la réunion des ressorts de suspension et de traction, le tout joint et suspendu à l'aide de chaînes et d'étriers.

De chaque côté de l'arc de triomphe étaient placées deux grues de gare sur truc locomobile, posées sur des parties de voie spécialement établies à cet effet, et enfin, des disques intérieurs d'arrêt absolu portant les initiales du Président de la République.

La décoration de tout cet ensemble était complétée par des drapeaux tricolores et par des guirlandes de feuillage d'un heureux effet, enroulées autour des colonnes, des balustrades, ou réunissant l'extrémité des flèches des grues à la plate-forme du portique et par un gabarit d'honneur formé de feuillage et de cravates tricolores; ce gabarit avait des dimensions exactement doubles de celles du gabarit qui sert dans les gares à vérifier le chargement des wagons.

Un mât de dix mètres de hauteur, placé au centre de la plate-forme supérieure, portait un immense oriflamme et son extrémité servait de point d'attache à des guirlandes de flammes de diverses couleurs.

Ce monument, si ingénieusement conçu, avait été illuminé avec des lanternes de différents modèles qui en accusaient les lignes principales.

Ces lanternes lançaient des feux de diverses couleurs, rouges, verts, blancs, heureusement complétés par la lumière de quatre lampes à arc de douze ampères placées au sommet des cloches Siemens.

La lumière vive de ces lampes à arc placées par la Société Toulousaine d'électricité, dont le directeur est notre collaborateur, M. Juppont, ancien élève de l'Ecole Centrale, faisait encore mieux ressortir la coloration des lanternes; elle donnait à cet ensemble un aspect d'une originalité qui a vivement séduit les visiteurs et qui laissera dans leur mémoire une brillante impression.

Max de NANSOUTY.

HYGIÈNE

LA CONSERVATION DES VIANDES FRAICHES PAR LE FROID
Etat actuel de la question.

Rapport adressé au Président de la République par le Ministre de la Guerre.

La conservation des viandes fraîches par le froid, qui joue un très grand rôle actuellement dans la défense nationale, a été l'objet de travaux antérieurs importants exécutés par les soins du Ministre de la Guerre et dont le *Génie Civil* a rendu compte (1) en leur temps.

Poursuivant la question avec sollicitude, M. de Freycinet vient d'adresser au Président de la République un rapport résumant d'une façon savante et précise l'état de la question. Nous le reproduisons ci-après *in extenso*.

Paris, le 24 octobre 1891.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Dès 1888, mon administration s'est préoccupée de la recherche des différents procédés propres à assurer la conservation des viandes fraîches. C'était là une partie essentielle du programme que je m'étais tracé en entreprenant d'organiser le ravitaillement de la population civile des places fortes.

Antérieurement, l'administration de la guerre se bornait à alimenter la population militaire, c'est-à-dire à constituer l'approvisionnement de siège de la garnison. Dans ces conditions relativement restreintes, l'emploi du bétail sur pied pouvait paraître un moyen suffisant, malgré les difficultés de tous genres et les mécomptes auxquels il donne lieu.

Mais dès l'instant qu'on se propose d'alimenter la population tout entière (dont le chiffre, dans le camp retranché de Paris, atteint trois millions d'habitants) l'emploi d'un tel moyen devient impraticable.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome I, n° 16, p. 383, n° 17, p. 414, n° 18, p. 437, et p. 450; tome X, n° 1, p. 3; tome XII, n° 19, p. 289; tome XV, n° 18, p. 390; tome XVII, n° 14, p. 164, n° 14, p. 214, n° 15, p. 232, n° 20, p. 315, n° 21, p. 334.

L'immense quantité de fourrages à réunir, les maladies à craindre dans de nombreux troupeaux concentrés sur de petits espaces, constituent des obstacles à peu près insurmontables. De là, l'idée des procédés artificiels de conservation, déjà en usage sur une vaste échelle, pour les besoins commerciaux, chez quelques nations européennes, en Amérique et en Australie.

Une Commission nommée le 30 janvier 1889, sous la présidence de M. le sénateur Berthelot, a été chargée d'élucider un certain nombre de questions, à la fois industrielles et scientifiques, qui étaient comme le complément indispensable de l'important problème à résoudre. Cette Commission, par de remarquables travaux, dont j'ai eu l'honneur de vous rendre compte, a mis en lumière plusieurs faits qui jouent un rôle capital et peu connu dans cette industrie nouvelle.

Il est devenu, dès lors, possible d'entrer dans une voie vraiment pratique. A cet effet, j'ai constitué, le 30 mai 1890, une Commission de spécialistes, présidée par M. le général Delambre. Elle a eu pour mandat : 1° d'étudier à un point de vue technique et économique les divers moyens de production du froid, appliqués soit à la congélation, soit à la conservation de la viande; 2° de rechercher, dans les différentes places, et plus particulièrement dans le camp retranché de Paris, les installations déjà existantes et pouvant, soit immédiatement, soit à l'aide d'agencements peu coûteux, être utilisées pour cette destination spéciale; 3° enfin de vérifier les conditions du transport des viandes congelées et de déterminer les distances auxquelles ces viandes pouvaient être amenées sans perdre leurs qualités.

Cette triple investigation a abouti à des résultats précis et concluants.

Il est acquis aujourd'hui que la viande congelée à une basse température peut, même après une conservation de très longue durée, être substituée à la viande fraîchement débitée; qu'en cet état, elle a toutes les propriétés de la viande ordinaire, qu'il n'y a à redouter ni avaries, ni difficultés de service, ni répugnances chez le consommateur. Il est démontré, en outre, que des distributions de cette viande peuvent se faire, même sans précautions particulières, à des distances du magasin frigorifique répondant à des durées de transport de deux jours à deux jours et demi, par les plus grandes chaleurs.

Tout le monde sait que, dans certains Etats de l'Europe, l'industrie privée a créé des établissements frigorifiques destinés seulement, il est vrai, à la conservation à *court terme* de la viande et de divers produits alimentaires. Aux Etats-Unis de l'Amérique du Nord, dans plusieurs Etats de l'Amérique du Sud, en Australie, dans la Nouvelle-Zélande, ces installations ont pris un développement considérable, soit pour la consommation intérieure de certains Etats, soit surtout pour l'exportation.

La France n'a suivi ce mouvement que de bien loin; cependant, depuis quelques années, des établissements de conservation se sont créés; d'autres s'annoncent, et l'administration de la guerre a certainement été dans notre pays la principale initiatrice de cette transformation.

Toutefois, et c'est là un point à noter, les installations industrielles ne se créent le plus habituellement qu'en vue de la *conservation à court terme*; elles ne suffisent plus dès lors à effectuer la *congélation à cœur*, qui, au point de vue militaire, est indispensable pour une longue conservation ou pour les transports; mais la congélation une fois faite, la conservation peut se maintenir avec des appareils réfrigérants ordinaires. Même dans ces conditions limitées, le concours de l'industrie privée doit être recherché; il peut devenir précieux et économique.

Aujourd'hui, Monsieur le Président, je considère la période des expériences comme close; c'est l'exécution qu'il faut préparer.

A Paris, le problème est difficile, à raison de l'importance des établissements nécessaires tant pour la congélation que pour la conservation.

Mais en premier lieu, la Ville de Paris, animée de sentiments si patriotiques pour tout ce qui touche aux intérêts de la défense nationale, a adhéré en principe à la création d'établissements frigorifiques urbains et, de concert avec mon département, vient d'ouvrir un concours pour une première installation aux abattoirs de la Villette.

En second lieu, les recherches patientes de la Commission présidée par M. le général Delambre ont abouti à des propositions précises en vue de l'utilisation d'un grand nombre d'industries parisiennes pourvues de machines à froid. Dans ces établissements, il suffira, au dernier moment, de faire certaines transformations, déjà étudiées, pour procéder soit à la conservation, soit même à la congélation des viandes.

C'est donc en combinant les ressources des établissements de la municipalité parisienne, celles d'un certain nombre d'industries actuellement existantes, et enfin en créant quelques installations militaires, que je crois possible d'assurer cet immense service dans la capitale.

Le sacrifice à demander à l'Etat pour sa part contributive, dans le camp retranché de Paris, ne paraît pas devoir excéder trois millions et demi.

Les prévisions d'origine faites en 1888, lors de la présentation du nouveau programme du budget sur ressources extraordinaires, avaient porté ce chiffre à 9 600 000 francs. Cette évaluation était d'ailleurs parfaitement justifiée dans l'hypothèse de la création d'établissements uniquement militaires. Si elle se trouve aujourd'hui réduite de près de deux tiers, c'est grâce aux moyens subsidiaires qui viennent d'être indiqués.

Au surplus, je dois rappeler qu'en regard de ce sacrifice restreint, les établissements frigorifiques de Paris économiseront, en temps de guerre, 23 millions de fourrages, sans parler des pertes devant résulter du dépérissement ou des maladies du bétail.

Digitized by Google

Il restera encore à pourvoir six de nos places frontières, dans lesquelles l'étude pratique se poursuit. Mais là le problème est infiniment plus simple et les dépenses seront modérées.

Tel est, Monsieur le Président, l'état actuel de cette importante question, qu'il m'a paru utile de résumer au moment où mon administration devra saisir les Chambres de demandes de crédit appropriées.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Président du Conseil, Ministre de la Guerre,
C. DE FREYCINET.

TRAVAUX PUBLICS

LES TRAVAUX DU CANAL DE LA BALTIQUE

(Planche I.)

Les lecteurs du *Génie Civil* connaissent déjà, dans ses grandes lignes, le projet du canal qui doit réunir la Baltique à la mer du Nord (1). Les travaux du canal étant fort avancés, il nous a paru intéressant d'en donner un aperçu général, en utilisant pour cette note, les articles de M. Schoen, publiés dans le *Wochenschrift des oesterr. Ingenieur- und Architektenvereins* et ceux de M. Baensch parus dans le *Centralblatt für Bauverwaltung*.

Tracé et profil en long du canal (fig. 1 et 2, pl. I). — Le canal commence près de Holtenau sur la Baltique, pour aboutir près de Brunsbüttel sur la mer du Nord, où l'estuaire de l'Elbe présente une profondeur d'au moins 9 mètres utiles. A chacune de ses extrémités, le canal sera muni d'une écluse à double sas et à porte de sûreté, ainsi que d'un avant-port et d'un port intérieur. Les portes d'écluses seront maintenues ouvertes ou fermées suivant les niveaux de l'eau à l'extérieur et à l'intérieur du canal. La fermeture ou l'ouverture des portes n'aura lieu que lorsque la différence de niveau dépassera 0m 50. Il s'ensuit que le canal présente un seul bief qui traverse le « Marschland » du Holstein.

Entre l'origine du canal jusqu'au kilomètre 22 (à l'est de Burg), on n'aura à faire que des déblais peu importants. Le sol se trouve en partie au-dessous du niveau du bief; dans cette partie du canal on établira des digues pour protéger les dépressions du sol aux environs.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 13, p. 209; tome XII, n° 7, p. 97; tome XV, n° 25, p. 600; tome XVII, n° 23, p. 367; tome XVIII, n° 6, p. 95.

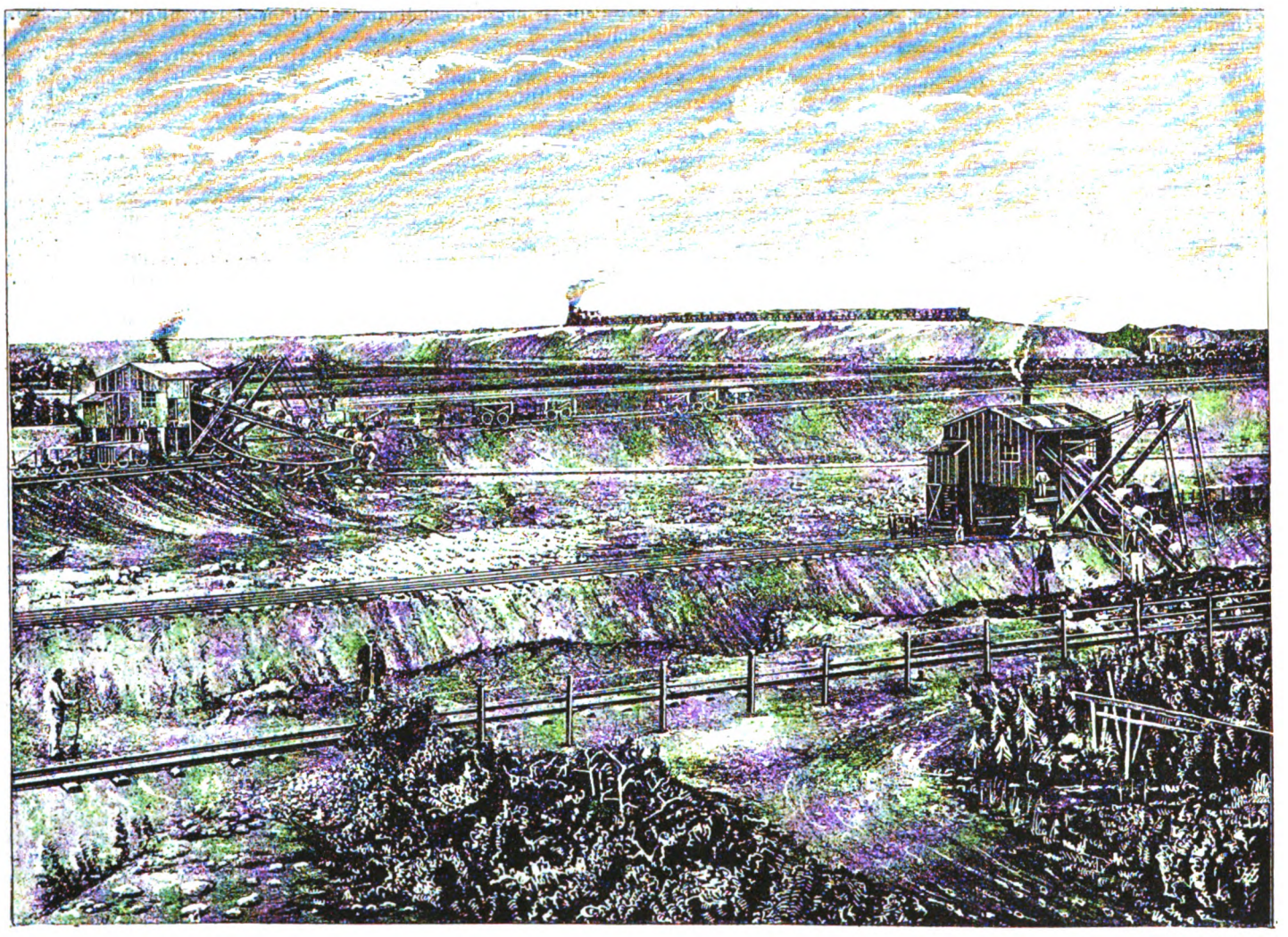


FIG. 1. — Travaux du canal de la Baltique. — Section près de Grünthal à l'endroit du pont fixe.

Près de Grünthal, la plafond du canal sera établi à 33 mètres au-dessous du sol. A cet endroit, le tracé du canal coupe la ligne de faîte élevée à 25 mètres au-dessus de la mer, entre l'Elbe et l'Eider, et suit le cours de la Gieselau pour aboutir, près de Wittenbergen, à l'Eider où cette rivière est barrée. Ensuite le canal côtoie le cours de l'Eider jusqu'à Rendsburg (kilomètre 60) et utilise le tracé de l'ancien canal de l'Eider jusqu'à Holtenau, en traversant les lacs supérieurs de l'Eider. Près de Rendsburg, le canal est tracé à 1 kilomètre de la ville pour laisser à celle-ci les voies commerciales libres vers le nord, et pour éviter des frais d'expropriation très élevés auxquels on aurait dû faire face à cause de l'inondation des prairies dans le cas où le canal aurait été tracé plus au nord. En effet, dans cette contrée, le prix d'expropriation d'un are de terre labourable s'élève à 25 francs, celui d'un are de prairie à 50 francs.

Le sol est formé de sable, et dans les couches plus profondes, de sable mouvant; de plus, des couches de tourbe sont superposées parfois aux couches d'argile. On se propose d'établir dans ce dernier sol résistant, le bief proprement dit du canal.

Quant au développement du tracé, il ne montre (fig. 2) que des courbes peu prononcées. Celles-ci sont, autant que possible, établies avec des rayons de 3 000 mètres; les rayons minima sont de 1 000 mètres. Dans les parties où se trouvent des contrecourbes, on a intercalé, entre deux courbes, des parties d'alignement, dont la longueur minimum est de 253,5 mètres, c'est-à-dire le double de la longueur des plus grands bateaux qui transiteront le canal. La somme des angles, prise au centre, que les bateaux devront parcourir, est de 841 degrés. L'angle d'entrée, par rapport au courant de l'Elbe, qui présente une profondeur constante, est de 133 degrés.

Le profil en long (fig. 1), montre que le niveau de l'unique bief du canal coïncide avec le niveau moyen de la mer Baltique, c'est-à-dire qu'il est à 0m 23 du nivellement allemand.

Comme la navigation doit avoir lieu ordinairement avec les écluses ouvertes, on voit d'après cela que l'eau s'écoulera pendant la plus grande partie de l'année dans le canal, sur le versant de la Baltique. Par contre, à l'embouchure de l'Elbe, les écluses ne pourront être ouvertes que pendant 3 à 4 heures de la journée, au moment de la marée haute; il en résultera dans le canal des courants de 0m 80 d'amplitude et qui atteindront un maximum probable de 1m 45. Pendant l'ouverture des écluses, dans l'espace de 3 à 4 heures, il s'écoulera du canal une quantité de trois à quatre millions de mètres cubes d'eau, ce qui aura pour effet d'empêcher l'ensablement de l'avant-port et du pertuis d'entrée et d'en opérer le curage. On a calculé qu'il s'écoulera du canal, en même temps, 370 000 mètres cubes d'eau douce.

Digitized by Google

Le courant de l'eau pure de la Baltique vers l'Elbe sera très favorable pour l'entretien du canal. En effet, ce courant enlèvera toute la vase qui aurait tendance à s'introduire avec les eaux de l'Elbe. Par contre, les vents dominants auront une influence nuisible, puisqu'ils tendent à rehausser le niveau de l'Elbe et à abaisser celui de la Baltique, ce qui permettra à l'eau boueuse de l'Elbe de pénétrer dans le canal.

Le canal traverse à niveau, sur plusieurs points, des cours d'eau douce ; partout où le niveau de ces rivières est supérieur à celui du canal, on l'abaissera, comme par exemple aux barrages et aux écluses de Rendsburg sur les lacs supérieurs de l'Eider. Les cinq écluses restantes de l'ancien canal seront supprimées.

On peut se rendre compte exactement des niveaux des deux mers et du bief unique du canal par les figures 4 et 5, qui montrent également les cotes auxquelles les buscs des écluses sont implantés. La pente du plafond, par rapport à la mer du Nord passe de 2 °/₀₀ à 3 °/₀₀ pour que le niveau de l'Elbe étant minimum, le tirant de l'eau soit de 8m 05, ce qui correspond au tirant maximum des vaisseaux de guerre.

En coupe transversale, le canal a été établi suivant les conditions principales ci-après :

1° Le profil du canal doit, lors du niveau le plus bas, présenter une surface égale à 6 fois la surface mouillée des navires du commerce de 60 à 62 mètres cubes de capacité. D'après les calculs faits et des essais en grand, la résistance à la traction du mouvement des navires ne dépasse pas de beaucoup la résistance au mouvement dans un fleuve ouvert ;

2° Pour la marine de guerre, on a exigé la largeur au plafond de 22 mètres, et la largeur à la surface de l'eau de 58 mètres au moins pour un tirant de 8m 500 ;

3° On doit tenir compte de l'approfondissement du bief à 9 mètres ;

4° Pour la marine de commerce, le tirant maximum sera, en moyenne, de 6m 500 ;

5° La largeur au niveau de la quille est établie de manière que deux navires de 12 mètres de largeur puissent s'éviter en marchant avec prudence.

De plus, dans les courbes ayant moins de 2 500 mètres de rayon, le profil en travers est élargi suivant la formule $26 - \frac{\text{rayon}}{100}$, de sorte que, par exemple, pour un rayon de 1 000 mètres, l'élargissement est de 16 mètres. De même, la largeur normale a été modifiée dans les parties où les navires doivent s'éviter ; ces parties ont une longueur de 450 mètres, et la largeur au plafond y est de 60 mètres, pour que des navires de guerre puissent passer sans encombre, les autres navires étant garés aux endroits indiqués et qui sont établis sur plusieurs points du canal, à des distances moyennes de 12 kilomètres entre eux (fig. 1 et 2).

Les berges du canal sont recouvertes dans la partie est, où l'on trouve une grande quantité de granit, avec un pavage de 30 centimètres d'épaisseur, noyé dans une couche de gravier de 20 centimètres (fig. 6). Dans la partie ouest, où les pierres manquent, on se sert, à cet effet, de plaques formées de béton et de sable, et ayant une longueur de 2m 700 pour une largeur de 1m 5 et une épaisseur de 20 centimètres. Nous verrons plus loin la manière dont on a consolidé les berges dans les parties du canal qui traversent des tourbières.

Travaux d'art. — Les ouvrages d'art les plus importants consistent en installations aux deux extrémités du canal, en raccordement avec le canal inférieur de l'Eider, en ponts et en bacs.

La figure 3 (planche I), montre le plan des installations à l'extrémité du canal située sur l'Elbe. Le canal finit à l'origine de la courbe du fleuve, où la profondeur de l'eau est de 11 mètres, au moment des basses eaux. On a trouvé très convenable de donner à l'axe du canal une inclinaison de 133 degrés par rapport à la direction du courant du fleuve, pour que les fortes débâcles de l'Elbe puissent passer sans encombre près de l'embouchure du canal, et pour que, de plus, les vagues ne viennent pas heurter directement les portes des écluses. Le plus grand mouvement de vague a lieu par vent ouest et il arrive quelquefois que la surface de l'eau est agitée sur une étendue de 23 kilomètres ; les vents O. S. O. et S. O. ramènent les flots vers les portes des écluses, et des écluses doubles assurent la sortie et l'entrée des navires.

La longueur totale des écluses est de 215m 8, la longueur utile étant de 150 mètres et la largeur libre de 25 mètres. La disposition des écluses et les installations accessoires n'offrent aucune particularité ; on y retrouve toutes les dispositions prises en pareil cas, telles que portes de garde, etc. Toutes les manœuvres des portes d'écluses sont faites à l'aide de l'eau sous pression. Les dimensions qu'on a données aux écluses (fig. 3 et 5, pl. I), permettront à tous les navires du commerce d'entrer dans le canal, à l'exception des paquebots à grande vitesse de la Compagnie Hambourgeoise-Américaine, qui ont une longueur variant de 140 à 158m 04, une largeur à la ceinture de 18m 3, une hauteur entre pont et quille de 12m 61, et dont le déplacement varie de 12 000 à 14 000 tonneaux, la force motrice étant de 12 500 à 16 000 chevaux-vapeur.

L'avant-port a une largeur moyenne de 100 mètres et s'évase en forme d'entonnoir vers l'Elbe ; les berges sont retenues par des môles qui sont continués vers l'extérieur par des murs de quai dont les extrémités portent chacune un fanal. Le port intérieur a une longueur de 800 mètres et une largeur de 180 mètres.

Le port et les écluses situés sur la mer Baltique présentent une grande analogie avec les installations que nous venons de décrire. Nous renvoyons donc à la figure 4, planche I. Les chocs des vagues ont moins d'importance de ce côté du canal que sur le versant de la mer du Nord.

Toutes les installations des deux ponts extrêmes seront éclairées à l'électricité.

En ce qui concerne le raccordement du canal principal avec l'Eider inférieure, en aval de Rendsburg, il sera effectué au moyen d'un petit canal qui comprend une écluse à sas de 68 mètres de longueur utile et de 12 mètres de largeur, pouvant recevoir des bateaux d'un tirant de 4m 05. La longueur totale de l'écluse sera de 105 mètres, et le busc sera implanté à la cote —5m 5. La tête ouest sera munie de deux contre-portes de sûreté, et la tête est, de portes à vantaux destinées au nettoyage du port d'avant.

Pour relier les deux rives du canal, on construira deux ponts tournants pour routes, trois ponts tournants pour voie de chemin de fer, un pont fixe et 16 bacs, dont les principaux seront actionnés à la vapeur.

La ligne de faîte entre l'Elbe et l'Eider est formée en partie par une crête, située à 21m 05 au-dessus du niveau de la mer. La ligne du Holstein du Nord sera déviée à cet endroit, de manière à passer sur cette crête, près de Grünthal ; de chaque côté, il y aura des rampes et des remblais de près de 20 mètres de hauteur. De la sorte, le niveau du rail sera élevé pour qu'on puisse faire passer la ligne sur un pont fixe, laissant le passage libre aux mâts les plus hauts des navires qui utiliseront le canal de la Baltique. Ce pont, en arc, est montré par les figures 6, 7 et 8, planche I. L'ouverture unique est de 156m 5 ; l'arête inférieure du tablier est à 42 mètres au-dessus du niveau de l'eau le plus élevé dans le canal. L'établissement de la tranchée de Grünthal, qui donnera lieu à l'extraction de 15 millions de mètres cubes de déblais, dont une partie servira à construire les rampes dont il a été question, est l'opération la plus considérable que l'on rencontre dans le creusement du canal de la Baltique.

Les ponts tournants seront tous placés dans la partie en alignement du canal. Ils seront constitués par des poutres en treillis et laisseront une ouverture libre de 36 mètres.

T. C. H.

(A suivre.)

LE PONT BOUCICAUT, A VERJUX (SAONE-ET-LOIRE)

La construction des grands ponts en maçonnerie a toujours été en honneur en France, où la plupart des régions possèdent en abondance des carrières de pierre de première qualité. Aussi les efforts tentés pour améliorer les procédés de construction de ce genre d'ouvrages y sont-ils nombreux.

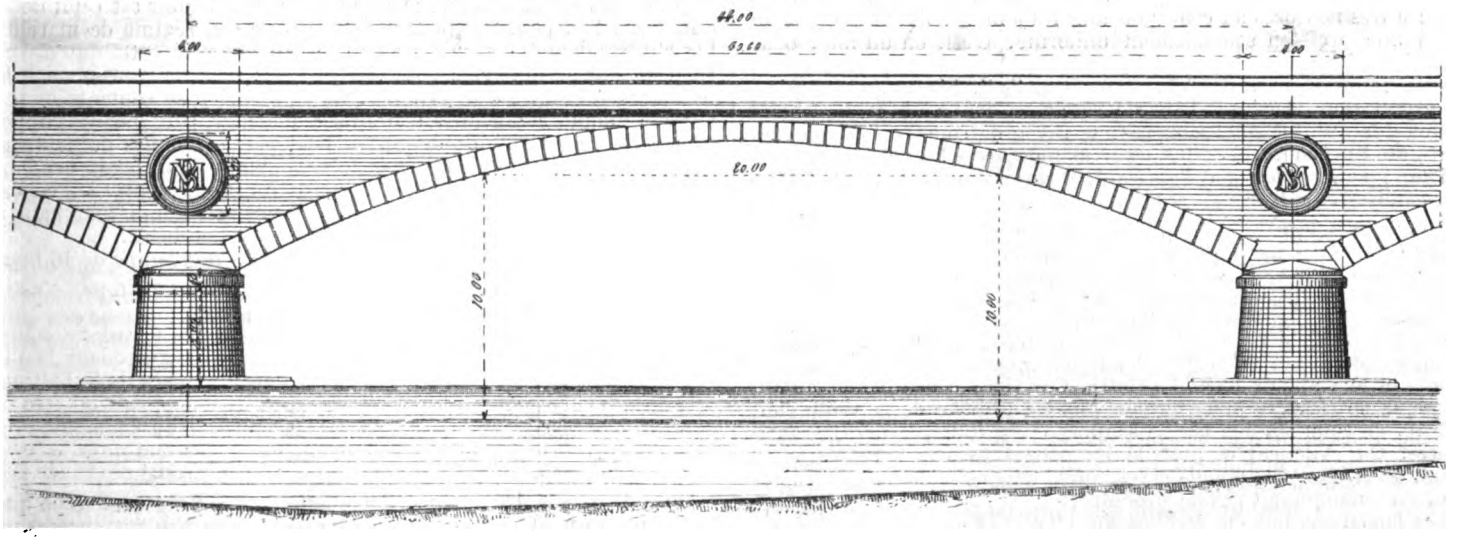


Fig. 1. — Vue d'une des arches du pont Boucicaut, à Verjux (Saône-et-Loire).

Parmi les grands ponts les plus intéressants exécutés dans ces der-

Digitized by Google

nières années, il y a lieu de citer le pont Boucicaut, sur la Saône, à Verjux, qui a été inauguré le 24 août 1890. Comme son nom l'indique, il a été établi aux frais de Mme Boucicaut, propriétaire du « Bon Marché, » native de Verjux, qui a demandé, par disposition testamentaire, au département de Saône-et-Loire de le faire exécuter par ses Ingénieurs.

Cet ouvrage comprend cinq arches de 40 mètres de portée chacune et de 5 mètres de flèche, présentant, par conséquent, un surbaissement de $^1/_8$. Il y a en France quelques arches isolées de dimensions analogues; mais il n'existe aucun autre pont de plusieurs arches offrant, avec des portées semblables, un aussi fort surbaissement.

Les épaisseurs des voûtes sont pourtant des plus réduites, et bien inférieures à celles que donneraient les formules empiriques dont on fait souvent usage. L'épaisseur à la clef est de 1m05 seulement, et l'épaisseur à la naissance de 1m24.

Les principes qui ont guidé l'auteur de l'ouvrage méritent d'être rapportés, car ils paraissent constituer de réels progrès pour l'établissement des grandes voûtes; ils peuvent se résumer dans les deux propositions suivantes :

1° Il n'y a aucun intérêt, dans les grandes arches, à exagérer les épaisseurs, parce qu'on ne diminue ainsi que d'une manière insignifiante le travail de la maçonnerie. Il est préférable d'adopter des

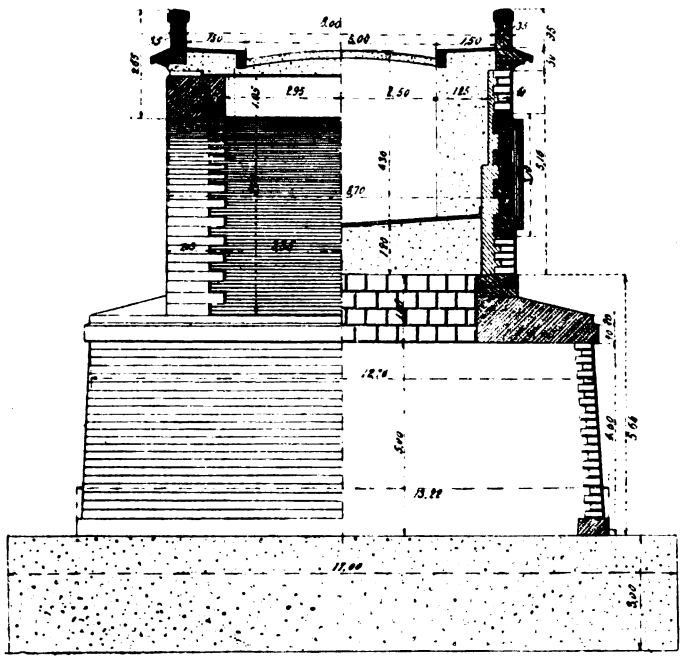


Fig. 2. — Coupe d'une pile du pont Boucicaut.

épaisseurs modérées, et d'employer des matériaux de très bonne qualité, capables de supporter les fortes pressions auxquelles on ne peut échapper, quoi qu'on fasse, pour les grandes portées.

On diminue ainsi, dans une très forte proportion, les poussées totales sur les piles et les culées, et on réalise par suite une sérieuse économie sur ces appuis et leurs fondations.

2° La forme de voûte en arc de cercle la plus fréquemment employée, n'est pas la plus favorable au point de vue de la répartition des pressions, dans les conditions de charge où se trouvent les ponts en maçonnerie.

Le calcul démontre qu'on a grand avantage à employer, tant pour l'intrados que pour l'extrados, la forme en arc de chaînette; dans une voûte ainsi dessinée, on peut tracer une courbe de pression qui passe à très peu près au centre de tous les joints et donne sur chacun d'eux une pression sensiblement uniforme. C'est, en un mot, pour les voûtes, la forme d'égale résistance.

Cette forme n'a rien de disgracieux pour l'œil. Elle a, au contraire, un aspect plus léger que l'arc de cercle, et donne un raccordement moins dur que lui sur les appuis; le rayon de courbure est en effet très grand au sommet, et beaucoup moindre vers les naissances.

Pour les voûtes du pont Boucicaut, le rayon d'intrados est de 53m90 au sommet et de 26m07 à la naissance. Si l'on avait employé la forme en arc de cercle, le rayon eût été uniformément de 42m50.

Ces voûtes sont entièrement construites en pierres de Villebois ébauchées sur toutes leurs faces, de manière à fournir des joints d'une épaisseur assez régulière. Ces joints sont remplis avec du mortier de ciment Vicat artificiel à prise lente n° 1.

Chaque voûte a été construite en six tronçons qu'on poursuivait simultanément. Les vides entre les tronçons correspondaient aux naissances et aux appuis fixes du cintre. Ces vides constituaient autant de joints de clavage qu'on fermait lorsque le reste de la voûte était achevé, en commençant par le sommet et en finissant par les naissances. On évite par ce procédé les petites fissures dans les joints situés au-dessus des appuis fixes, que, sans cela, le tassement sur cintre ne manquerait pas de produire.

Les fondations ont été établies sur pilotis; chaque pile repose sur les pieux par l'intermédiaire d'un massif de béton de chaux hydraulique coulé dans l'eau dans un grand caisson en charpente sans fond.

Malgré ces fondations coûteuses, justifiées par la mauvaise nature du lit, le pont Boucicaut est revenu à un prix relativement peu élevé; il a coûté 486 000 francs (non compris les chemins d'accès aux abords, lesquels ont exigé une dépense d'environ 122 000 francs), ce qui fait ressortir le prix du mètre superficiel en plan à 234 francs.

Il n'y a guère de grands ponts qui n'aient pas coûté davantage, et ce résultat est dû, pour la plus grande partie, à la faible épaisseur des voûtes et à la forme rationnelle adoptée pour leur tracé, ce qui a permis de réduire au minimum les cubes de maçonnerie, non seulement pour ces voûtes elles-mêmes, mais aussi pour les piles et culées qui ont à recevoir leur poussée.

L'auteur du projet du pont Boucicaut est M. Tourtay, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui en a aussi dirigé la construction.

N. de Tédesco,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

DU MEILLEUR RÉGIME DE FONCTIONNEMENT pour les lampes à incandescence.

Les avantages de l'éclairage électrique tant au point de vue de l'hygiène que de la sécurité et de la commodité sont incontestables; un seul inconvénient lui empêche de prendre tout le développement qu'il doit atteindre, c'est son prix de revient élevé. Nous nous proposons d'examiner à ce dernier point de vue ce qui a été fait et ce que l'on peut faire en ce qui concerne la lampe à incandescence.

Un premier progrès a été réalisé, par les améliorations apportées dans la fabrication, sur le coût de la lampe, lequel, de 5 francs au début, a été abaissé au-dessous de 2 francs. Reste un second facteur, qui est l'énergie dépensée dans la lampe par unité de lumière; dans cette voie, on doit dire que les producteurs ont suivi la demande des consommateurs. Ces derniers tenant avant tout à la durée des lampes, et cette durée étant intimement liée à la marche économique de la lampe, on a dû abandonner l'un pour conserver l'autre.

La question de l'emploi des lampes économiques mérite certainement l'attention des électriciens; si on ne s'y est pas plus attaché jusqu'à présent, cela tient à ce que les directeurs d'usines, ou de stations se sont surtout préoccupés de la sécurité du fonctionnement de leurs installations, et à ce que les renseignements sur lesquels ils puissent se baser font défaut.

Les expériences relatives à la durée et aux conditions de fonctionnement des lampes à incandescence sont très difficiles à réaliser, tant par les précautions qu'elles exigent, que par le temps considérable pendant lequel elles doivent être suivies.

Malgré les perfectionnements apportés à la fabrication, on n'est pas encore parvenu à produire des filaments ayant une durée déterminée, et dans un même lot de lampes, on trouve fréquemment des échantillons dont la durée diffère de 50 %. Par suite de ce fait, les expériences, pour avoir une valeur pratique, doivent porter sur un nombre de lampes aussi élevé que possible, permettant d'en déduire une moyenne.

Les essais que nous avons suivis dans le laboratoire de la Compagnie générale des lampes incandescentes ont porté sur des lots de 50 ou 100 lampes prises au hasard, dans un même type.

Afin de se placer autant que possible dans les conditions de la pratique, les lampes en expérience étaient fixées dans une carcasse demi-cylindrique *a b c d e* (fig. 1), et réparties suivant les rangées horizontales *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, *ee'*. Les filaments incandescents se sont ainsi trouvés dans différentes positions, au point de vue de l'effort mécanique qu'ils avaient à supporter.

Ces expériences nous ont permis de constater que les positions *b* et *c* sont très défectueuses pour les lampes à filaments fins et longs, tels que ceux des lampes de 10 bougies d'un voltage supérieur à 100.

Ces deux positions, peu employées dans la pratique, doivent être évitées autant que possible.

Cet inconvénient éliminé, le premier point à établir est celui de la durée que l'on peut fixer à la lampe suivant son régime de marche. Les chiffres donnés jusqu'à présent, relativement à cette durée, varient suivant les différents observateurs; cela tient, croyons-nous, à la manière dont on les a déterminés. En général, on se contente de relever le nombre d'heures d'allumage fournies par chaque lampe, d'en faire le total et de diviser ce total par le nombre de lampes. Cette manière de faire serait exacte si la lampe fournissait pendant toute sa durée une intensité lumineuse constante, mais il n'en est pas ainsi; la quantité de lumière que donne une lampe marchant à potentiel constant baisse au fur et à mesure de sa durée.

Nous donnons ci-dessous un tableau relatif à une lampe de 16 bougies 100 volts 3 watts 7 par bougie.

Nombre d'heures d'allumage de la lampe.	Intensité lumineuse en bougies décimales.
0	16
200	15.5
400	15
600	14.3
800	13.4
1000	11.5

On voit que la baisse de lumière atteint une proportion telle que la lampe, au bout d'un certain temps, bien que brûlant encore, ne répond plus au service qui lui était demandé. Nous pensons que lorsque la quantité de lumière émise par la lampe a baissé de 15 % au-dessous de sa valeur primitive, on doit la considérer comme hors d'usage.

Digitized by Google

Nous basant sur cette considération sur laquelle nous tenons à insister, car elle a une grande importance, nous pouvons compter sur les durées suivantes :

1000	heures pour les lampes de		4 watts.
700	—	—	3 w. 5.
350	—	—	3 watts.
150	—	—	2 w. 5.

Établissons maintenant le prix de revient d'une lampe-heure de 16 bougies dans chacune de ces conditions de marche. Afin d'examiner les différents cas pouvant se présenter en pratique, nous ferons varier le prix du kilowatt-heure entre 0 fr. 25, prix minimum, et 1 franc, prix maximum. Nous admettons que le coût de la lampe est de 2 francs.

Prix du kilowatt-heure en francs.	Prix de revient de la lampe-heure de 16 bougies.			
	4 watts.	3 w. 5.	3 w.	2 w. 5.
0.25	0.018	0.017	0.018	0.0235
0.50	0.034	0.031	0.030	0.0335
0.75	0.050	0.045	0.042	0.0435
1 »	0.066	0.059	0.054	0.0535

On voit, d'après ce tableau, que, même en supposant l'énergie électrique au prix très bas de 0 fr. 25 le kilowatt, il y a avantage à ne pas employer la lampe de 4 watts.

Cependant, le petit industriel qui a la force à bon marché persiste à demander des lampes de longue durée. Nous pensons qu'il a raison, et cela à cause des irrégularités qui se produisent généralement dans la force électromotrice de son réseau. Ces variations influent notablement sur la durée des lampes et d'autant plus qu'elles marchent à un régime plus économique. Sans qu'il soit possible de faire intervenir ce facteur dans les calculs, il y a lieu d'en tenir compte surtout dans les installations où l'énergie électrique est produite à bon marché et dans lesquelles le coût de la lampe entre pour une forte part dans la dépense totale.

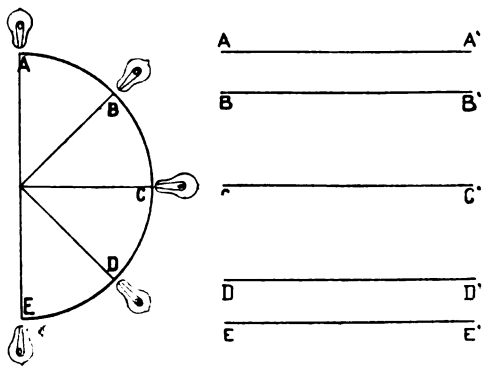


Fig. 1.

Afin de nous rendre compte de l'influence de la variation de voltage sur la marche de la lampe, nous donnons ci-dessous (fig. 2 et 3), les courbes se rapportant à 2 lampes, 10 et 16 bougies, 100 volts.

On constate sur ces courbes que le nombre de bougies croit à peu près proportionnellement à la différence du potentiel aux bornes; nous

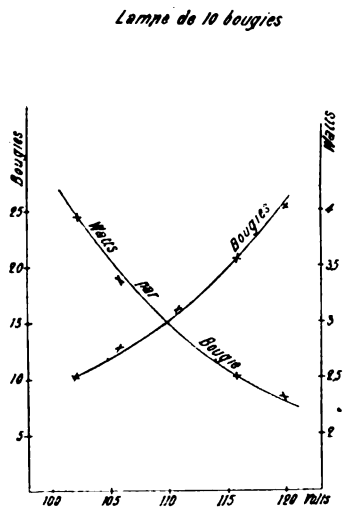


Fig. 2.

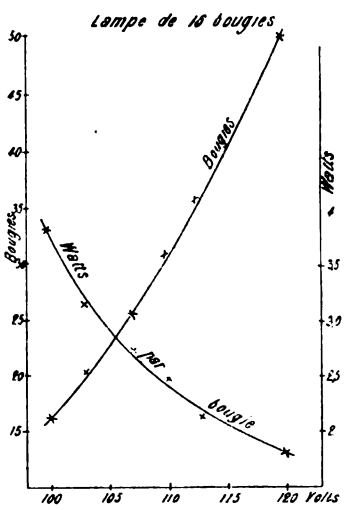


Fig. 3.

savons d'autre part que la durée décroît beaucoup plus rapidement que le nombre de watts par bougie. Il s'ensuit qu'une même variation de voltage produit sur la lampe une diminution de durée d'autant plus importante que cette lampe fonctionne à un régime plus économique.

Pour les stations centrales, les conditions sont différentes, le prix de revient du kilowatt est en général voisin de 1 franc, et le tableau que nous avons dressé montre l'amélioration produite par l'emploi des lampes économiques. De plus, il y a pour ces stations un avantage très important en ce que l'emploi de ces lampes leur permettra d'augmenter le nombre de foyers installés, sans avoir pour cela à faire aucune dépense nouvelle dans leurs usines et dans leurs réseaux.

André Larnaude,
Ingénieur des Arts et Manufactures,

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

GAZOGÈNE TAYLOR

à sole tournante et à décrassage automatique.

L'obtention économique des hautes températures tend de plus en plus à devenir une impérieuse nécessité, et pour les réaliser on a dû renoncer aux anciennes dispositions de foyers, et en adopter de nouvelles dans lesquelles la combustion s'opère dans des conditions toutes spéciales.

Ce n'est, en effet, qu'en effectuant la combustion avec de l'air déjà fortement échauffé, que l'on peut obtenir la puissance de chauffage nécessaire à un grand nombre d'industries, telles que la métallurgie, la verrerie, etc.

L'emploi de l'air chaud, impossible avec les foyers et grilles chargés de combustibles solides, n'a pu entrer dans la pratique que le jour où les gazogènes ont donné le moyen de transformer les combustibles solides en combustibles gazeux.

Le chauffage au gaz, indépendamment des avantages spéciaux qui lui sont propres, est donc aujourd'hui le seul rationnel et économique pour toutes les industries qui ont besoin de températures élevées.

Les gazogènes ont déjà été décrits tant de fois qu'il est inutile de rappeler ici les principes généraux de leur construction et de leur fonctionnement. Nous parlerons seulement du décrassage qui reste toujours la principale difficulté dans l'emploi de ce genre d'appareils.

Si le décrassage est déjà une opération délicate avec les foyers ordinaires dans lesquels la couche de combustible n'a guère que dix centimètres de hauteur, on comprend qu'elle présente de réelles difficultés avec les gazogènes quand il s'agit d'extraire les mâchefers sous une charge d'un mètre et plus de combustible incandescent.

On a essayé bien des dispositifs dans le but de faciliter les décrassages; on a employé des grilles à gradins formés de barreaux plats, des grilles inclinées ou horizontales formées de barreaux mobiles; on a supprimé les grilles en laissant le combustible reposer sur une couche épaisse de mâchefer; quelques-uns ont tenté de fondre complètement les cendres et de les écouler à l'état de laitiers; tous ces efforts n'ont pas abouti à supprimer les difficultés du décrassage, qui reste toujours une opération extrêmement pénible pour les ouvriers et qui occasionne généralement un déchet considérable.

Le procédé généralement usité pour décrasser un gazogène consiste à former une fausse grille entre le combustible incandescent et les crasses, au moyen de barreaux enfoncés à coup de masse; le combustible se trouvant momentanément supporté, on peut travailler sous la fausse grille à l'extraction des mâchefers souvent collés les uns aux autres et adhérant aux parois. Rappelons qu'en général ce travail doit être fait au fond d'une fosse profonde et étroite dont les murs sont continuellement chauffés par le rayonnement du foyer.

L'ouvrier a tout d'abord beaucoup de peine à enfoncer les barreaux de la fausse grille à la hauteur et dans la direction voulues en leur donnant, autant que possible, un espacement régulier. Ceci fait, il commence à briser les mâchefers avec une pince et à les attirer avec un crochet. Dès qu'un vide s'est produit sous la fausse grille, les petits morceaux de combustible embrasé, passant au travers des barreaux, se mettent à tomber sur le mâchefer, de telle sorte que l'ouvrier ne tarde pas à voir se former devant lui un talus incandescent. Comme il ne peut se reculer de plus d'un mètre cinquante, il a bientôt les mains et la figure tellement rôtis, qu'il lui faut abandonner la place et remonter au plus vite hors de la fosse. Il arrose alors le tas brûlant au moyen d'une lance, et dès que la vapeur d'eau a disparu, il redescend pour continuer le décrassage.

Il est clair qu'un travail aussi pénible ne peut être continu et qu'il faut laisser à l'ouvrier haletant des intervalles de repos.

Quand les gazogènes sont de grandes dimensions et marchent en allure un peu vive, il faut compter un ouvrier par appareil pour le décrassage, indépendamment du chauffeur qui charge le combustible et surveille la production du gaz.

Un des moyens qui ont le mieux réussi à diminuer la difficulté des décrassages, consiste à maintenir les appareils en allure très lente, de façon à éviter la fusion des mâchefers et le collage contre les parois en leur conservant une porosité suffisante pour que l'air les traverse facilement. Toutefois, cette allure lente conduit à une augmentation notable des dimensions des appareils, d'où résulte un surcroît de dépense d'installation qui n'est pas toujours admissible.

La plupart du temps, dans la pratique, on atténue la difficulté en n'employant dans les gazogènes que des houilles très pures dont, malheureusement, le prix reste toujours élevé.

C'est assurément la difficulté du décrassage qui a été jusqu'ici le principal obstacle à la généralisation de l'emploi des gazogènes, et sans elle, le chauffage par les combustibles gazeux aurait remplacé presque partout dans l'industrie le chauffage par les foyers ordinaires à grilles.

Ce qui distingue le gazogène Taylor, dont l'invention remonte à environ deux ans et dont les applications sont déjà nombreuses aux Etats-Unis, c'est que le décrassage s'y opère sans aucune difficulté et n'occasionne aucun déchet. On l'exécute en pleine marche sans apporter aucun trouble à l'allure de l'appareil, aucune variation dans la production du gaz; tout le travail pénible des chauffeurs est supprimé et le service est fait par de simples manœuvres.

Quand on examine la simplicité des moyens employés pour arriver à ce résultat, on s'étonne qu'il ait fallu, avant d'en arriver là, essayer pendant plus de trente ans des dispositifs de toute nature, souvent très compliqués, et que la solution ne se soit pas présentée

Digitized by Google

plus tôt à l'esprit des nombreux Ingénieurs qui se sont occupés de la question.

La gazogène Taylor se présente sous la forme d'un cylindre vertical en tôle dont la hauteur est de 4 mètres pour les charbons maigres et demi-gras et de 4m50 pour les charbons gras.

Le diamètre varie selon la puissance de l'appareil.

Il est de	1m75	pour une consommation de	1t0 à 2	tonnes par 24 heures
—	2m10	—	1t5 à 3	— —
—	2m50	—	2t5 à 5	— —
—	2m70	—	3t0 à 6	— —

Les maxima de consommation correspondent aux combustibles dont les cendres sont très peu fusibles.

L'appareil comprend quatre parties principales :

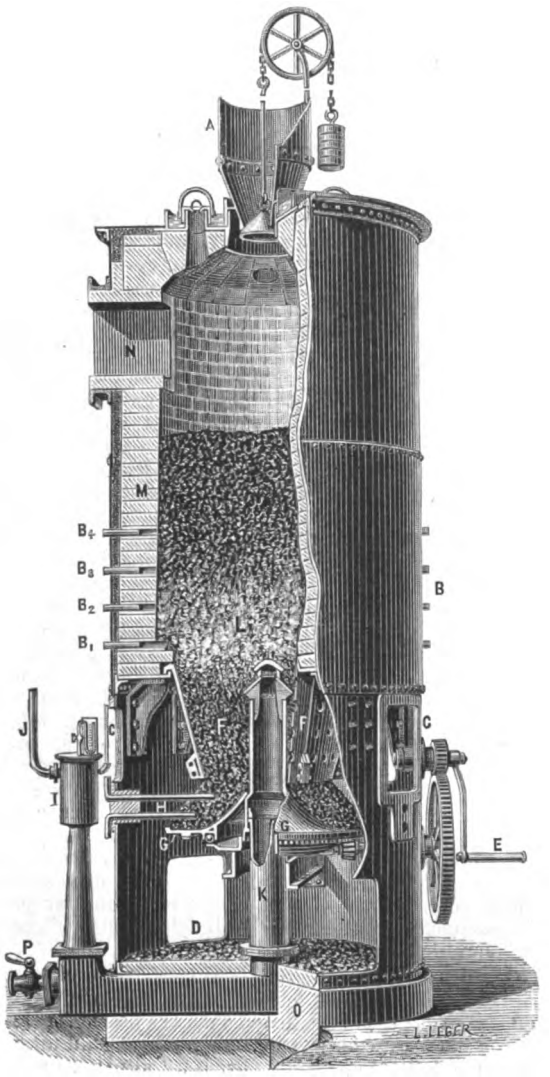
Le cendrier, dans lequel s'accumulent les mâchefers, que l'on ne sort qu'une fois par jour ;

L'appareil de décrassage ;

La trémie qui contient une couche épaisse de mâchefers ;

La cuve dans laquelle se trouve le combustible incandescent. Elle est revêtue intérieurement d'une chemise en briques réfractaires, qui se termine en haut par une voûte au centre de laquelle est une trémie à soupape pour le chargement du combustible. Il y a, de plus, quelques trous de piquage, et sur le côté, l'amorce du conduit de départ des gaz.

A la partie supérieure, au-dessus de la voûte est un plateau en fonte et tôle boulonnée sur l'enveloppe, de façon à assurer l'étanchéité et empêcher toute déperdition de gaz. Le plateau en fonte est muni d'une nervure circulaire qui maintient une petite couche d'eau destinée à empêcher le métal de s'échauffer.



A Trémie de chargement.
B Regards.
C Portes de service.
D Portes de sortie des cendres.
E Manivelle de décrassage.
F Trémie remplie de scories.
S Sole tournante.
H Barres de décrassage.
I Injecteur d'air.
J Tuyau d'arrivée de la vapeur.
K Conduit d'air soufflé.
L Combustible incandescent.
M Garnissage en briques réfractaires.
N Départ du gaz.
O Soubassement.
P Purgeur.

FIG. 1. — Gazogène Taylor, à sole tournante et à décrassage automatique.

Le garnissage réfractaire de la cuve est porté par une couronne en fonte reposant sur des consoles rivées contre l'enveloppe extérieure.

Cette couronne supporte une trémie en fonte, en forme de tronc de cône, qui est toujours remplie de mâchefers.

L'air insufflé par un injecteur à vapeur arrive au centre de la masse de mâchefers, toujours perméable, et se distribue uniformément sur toute la section horizontale.

Il n'y a pas de grille, et la couche de mâchefers s'appuie sur un plateau horizontal placé à environ 25 centimètres plus bas que la trémie tronconique au-dessous de laquelle elle forme un cône d'éboulement dont la grande base est précisément égale au diamètre du plateau.

Le plateau peut tourner autour de l'axe vertical de l'appareil. A cet effet, il est muni en dessous d'une couronne dentée engrenant avec un pignon fixé à un arbre horizontal qui traverse l'enveloppe et est actionné de l'extérieur au moyen d'engrenages est d'une manivelle.

Au-dessous du plateau mobile est un plateau fixe, et le premier repose sur le second par l'intermédiaire d'une couronne de boulets sphériques logés dans une rainure. Par cette disposition, on évite tout ajustage précis, les dilatations se font librement, et la rotation du plateau supérieur s'effectue sans grand effort.

A l'état de repos, le cône d'éboulement des mâchefers s'arrête au bord du plateau mobile, mais si l'on imprime à ce dernier un mouvement lent de rotation, les mâchefers s'éboulent sur tout son pourtour et tombent dans le cendrier.

Au moyen de barres de fer que l'on introduit à volonté par des trous ménagés dans l'enveloppe et que l'on enfonce plus ou moins, on active l'éboulement en certaines places, de façon à assurer la descente régulière du mâchefer par tranches horizontales. Des regards pratiqués dans l'enveloppe permettent de surveiller la descente et de maintenir la zone de combustion au niveau convenable, de telle sorte que le feu ne descende jamais plus bas que le second rang de regards, et n'approche pas des parties métalliques de l'appareil qui, restant toujours froides, ne sont exposées à aucune détérioration.

Pour mettre l'appareil en marche, on commence par vider dans la trémie de chargement quelques sacs de mâchefer, de façon à remplir complètement la trémie conique jusqu'au niveau du premier rang de regards. On ajoute ensuite un peu de bois et de copeaux que l'on allume et par-dessus une certaine quantité de combustible.

On attend qu'une charge soit bien allumée avant d'en ajouter une nouvelle. L'allumage se fait soit au moyen du tirage naturel, en maintenant la trémie de chargement ouverte ainsi qu'une des portes du bas, soit en soufflant très peu d'air au moyen de l'injecteur.

Bien entendu, quand il s'agit d'un appareil neuf, il faut chauffer très lentement pour sécher la maçonnerie du garnissage.

Quand la couche de combustible est devenue suffisamment épaisse, le gaz commence à se former et les charges se succèdent à intervalles réguliers, de façon à maintenir toujours une épaisseur d'au moins un mètre à la couche en ignition.

Souvent l'allumage se fait avec du coke afin d'éviter la production de la fumée et les condensations de goudron dans les conduits de gaz qui ne sont pas encore échauffés.

La vapeur mélangée à l'air empêche la température de monter trop haut dans la couche inférieure de combustible; on évite par ce moyen la fusion des mâchefers et ils restent toujours assez poreux pour que leur masse possède une perméabilité suffisante.

En traversant les couches supérieures de combustible, cette vapeur est décomposée et fournit de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, qui augmentent d'autant la puissance calorifique des gaz.

Si l'on dispose d'air chaud provenant d'un récupérateur, on peut l'employer avec avantage, à la condition d'ajouter une plus grande quantité de vapeur, toujours dans le but d'empêcher la fusion des mâchefers.

On a fait de nombreuses analyses des gaz fournis par les gazogènes Taylor et leur composition est indiquée dans le tableau suivant pour des houilles anthraciteuses et pour des houilles grasses :

	Houille anthraciteuse	Houille grasse
	—	—
CO	27,0	27,0
CO^2	12,0	12,0
H	1,2	2,5
C^2H^4	2,5	2,0
Az	57,3	56,5
	100,0	100,0

En général, le décrassage n'est fait que toutes les douze heures. Cela dépend, du reste, de la proportion de cendres que contient le combustible.

La houille grasse et demi-grasse s'emploie à l'état de tout-venant.

Pour les houilles maigres et les anthracites, il convient d'éviter de charger une trop forte proportion de poussier, pour ne pas former une masse compacte que l'air aurait de la peine à traverser malgré la pression donnée par l'injecteur.

Quand on a à sa disposition du poussier maigre à bas prix, on peut en faire usage à la condition de le mêler avec une quantité suffisante de poussier bien gras pour obtenir un coke solide et poreux.

On règle l'allure de l'appareil en faisant varier la pression de l'air soufflé.

On peut ne brûler que 35 kilogr. par heure et par mètre carré de section horizontale, et en forçant le vent on peut arriver à brûler jusqu'à 70 et même 80 kilogr., à la condition toutefois que les cendres ne soient pas fusibles, car il faut, par dessus tout, éviter les collages et la formation de gros blocs de mâchefers.

Cependant, si un accident de ce genre se produisait, on pourrait y remédier sans vider l'appareil et sans interrompre sa marche.

A cet effet, on a ménagé à la hauteur de la trémie tronconique plusieurs portes de travail que l'on ouvre en cas de besoin. Comme toute la surface de la trémie est percée de trous de 4 centimètres de diamètre, on pourrait, au moyen de barres pointues passées dans ces trous, briser les blocs de mâchefers, de façon à rendre leur descente facile.

Ces accidents-là sont d'ailleurs extrêmement rares pour peu que l'ouvrier surveille la marche de l'appareil.

Un seul gazogène ne suffit pas toujours pour le chauffage d'un four. Dans ce cas on en groupe plusieurs sur une même conduite de gaz et chacun d'eux peut être isolé au moyen d'une soupape à joint de sable.

De même une seule conduite peut alimenter plusieurs fours.

C'est ainsi que, dans un établissement de Brooklyn, le chauffage est effectué au moyen d'une batterie de gazogènes placés dans la cour

Digitized by Google

Digitized by Google

CANAL DE

Fig. 1. Profil en long du Canal de la Baltique.

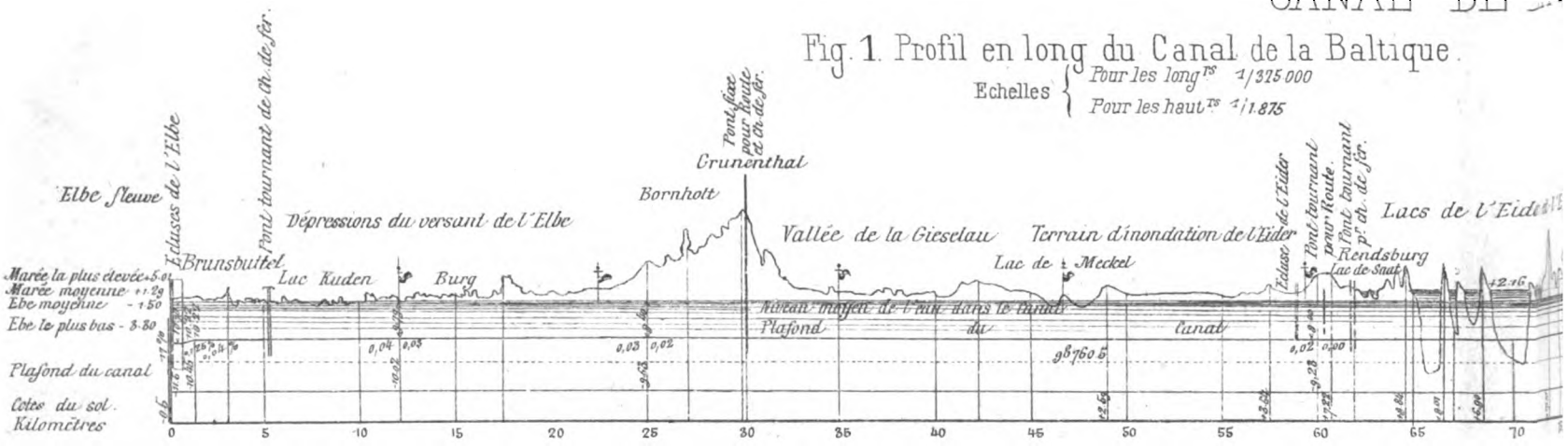
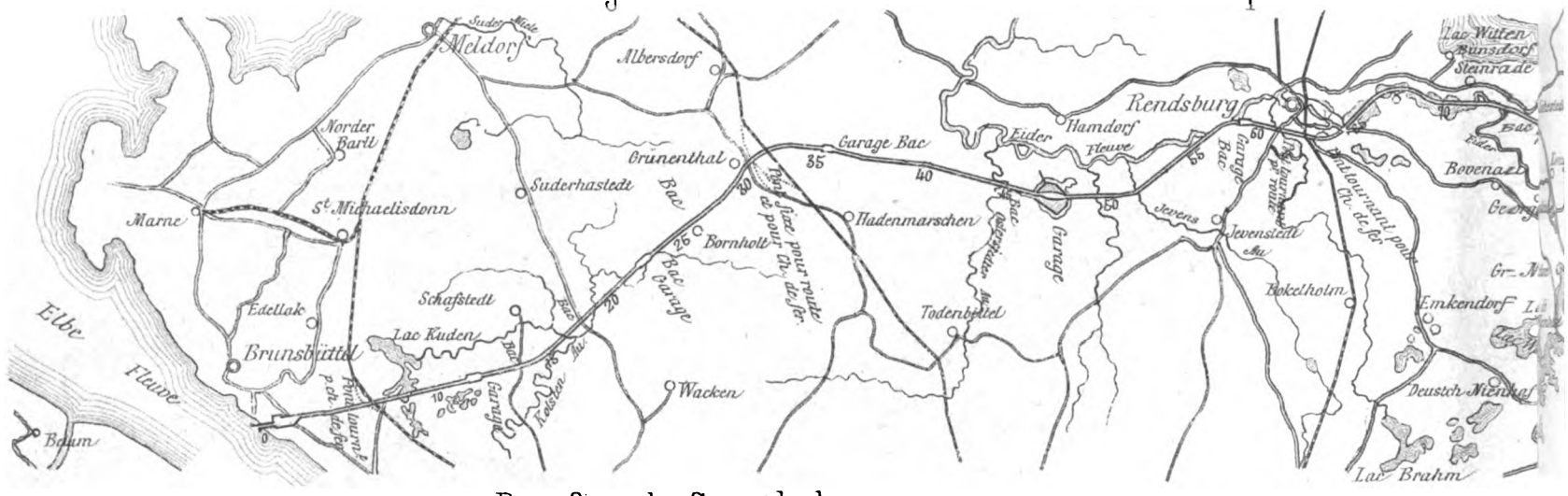


Fig. 2. Plan de Situation du Canal de la Baltique.



Pont fixe de Grunthal.

Fig 7. Elévation

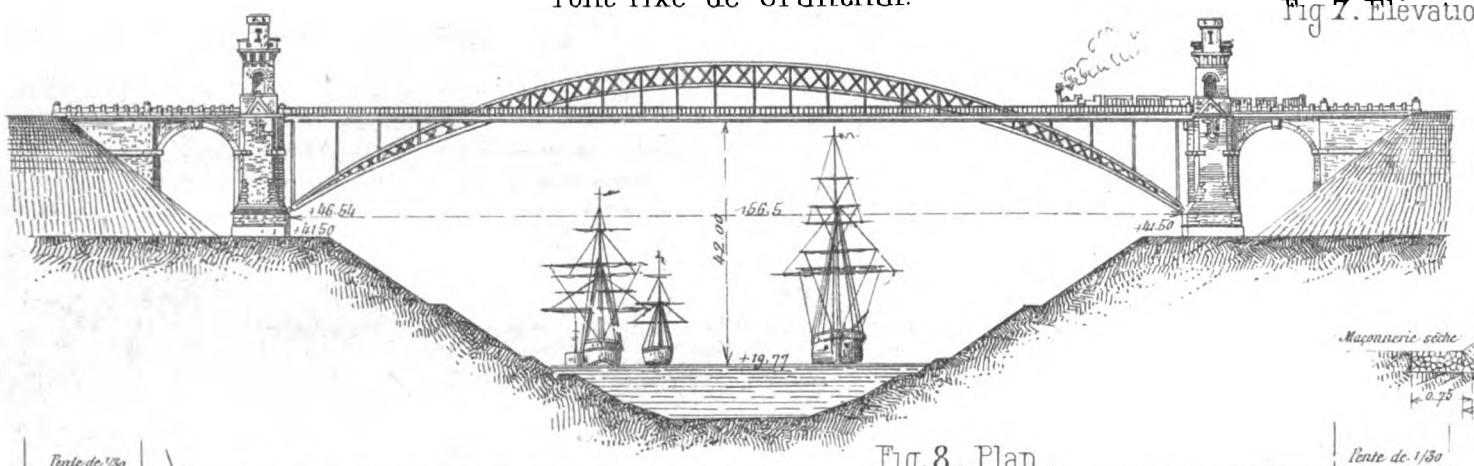


Fig. 6b Détail de la des b

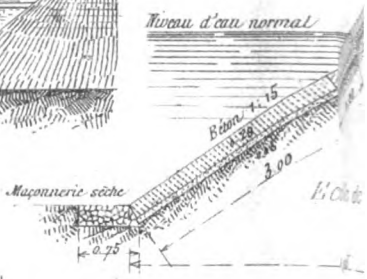
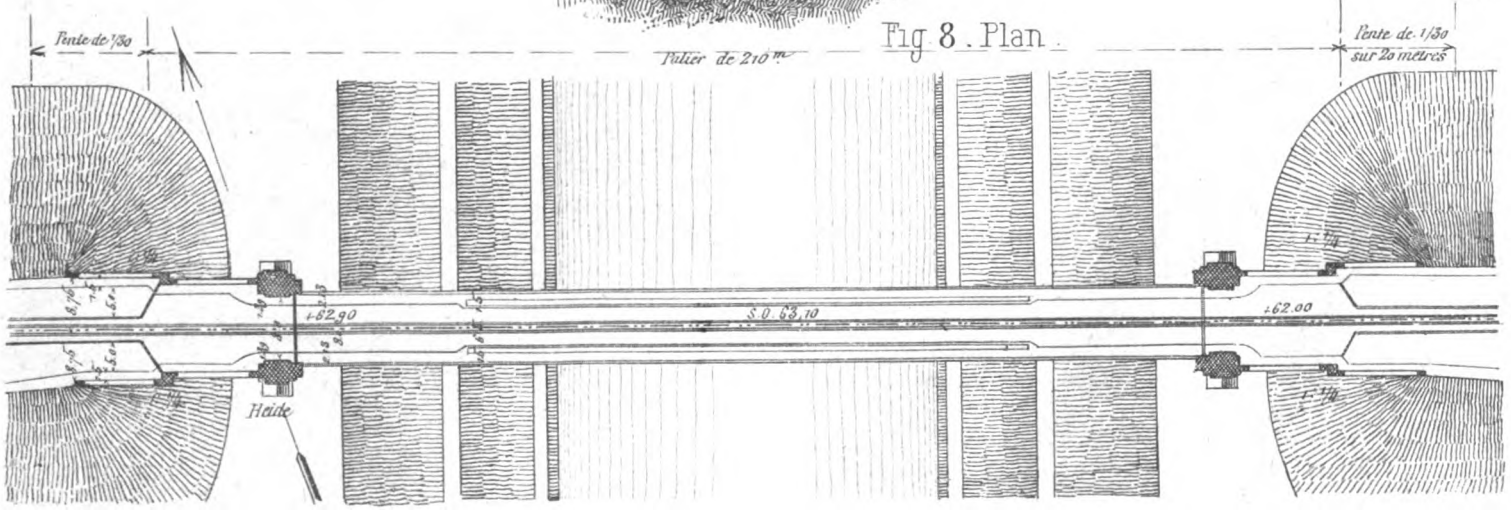


Fig 8. Plan.



Digitized by Google

LA BALTIQUE.

Fig 6ª Profil en travers normal du Canal.

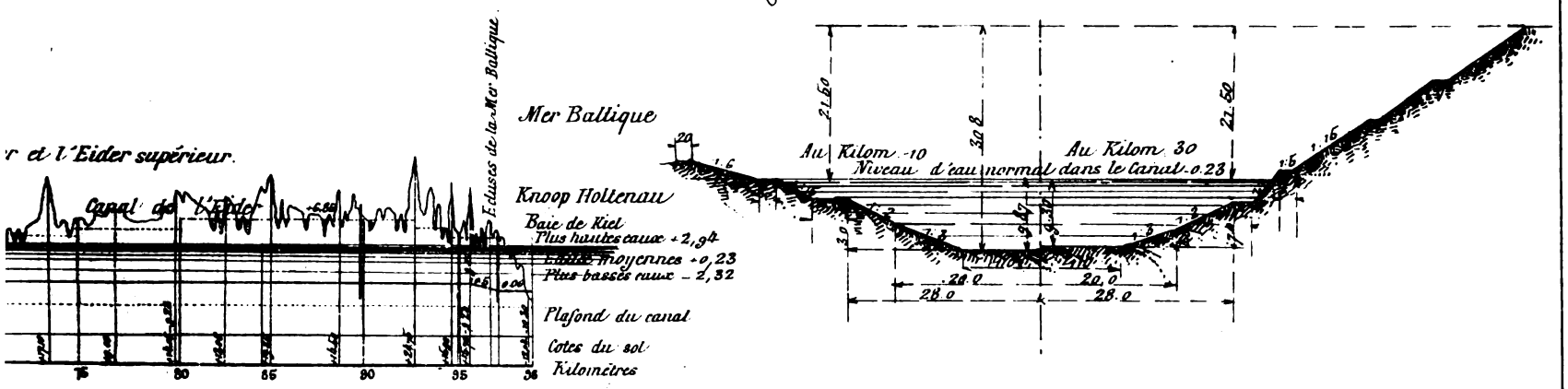


Fig. 5. Schéma des niveaux de l'eau.

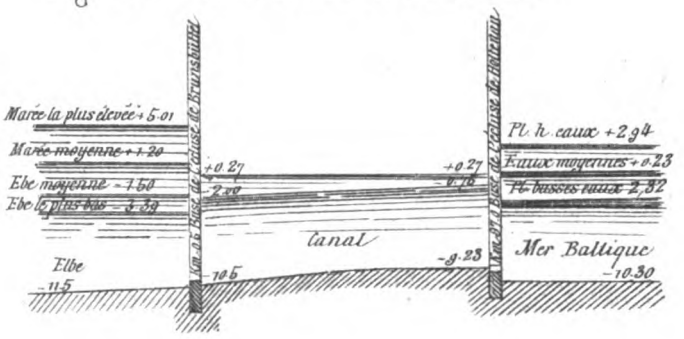


Fig. 3. Port et installation des écluses sur la Mer du Nord.

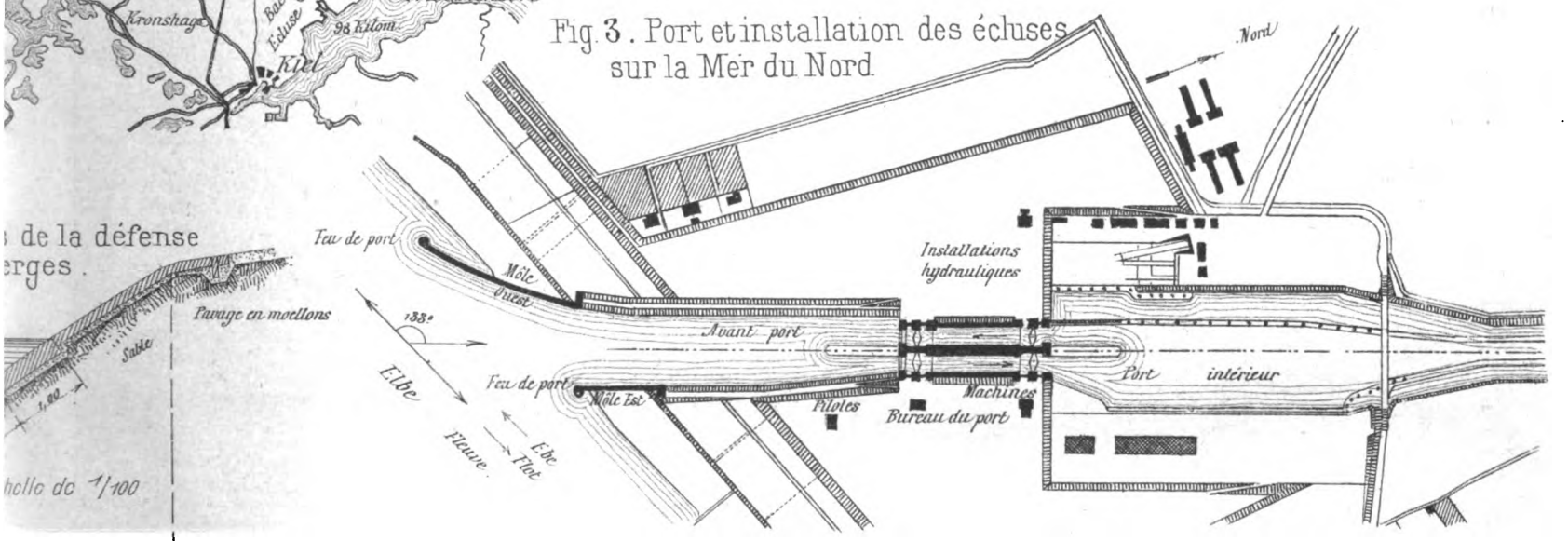
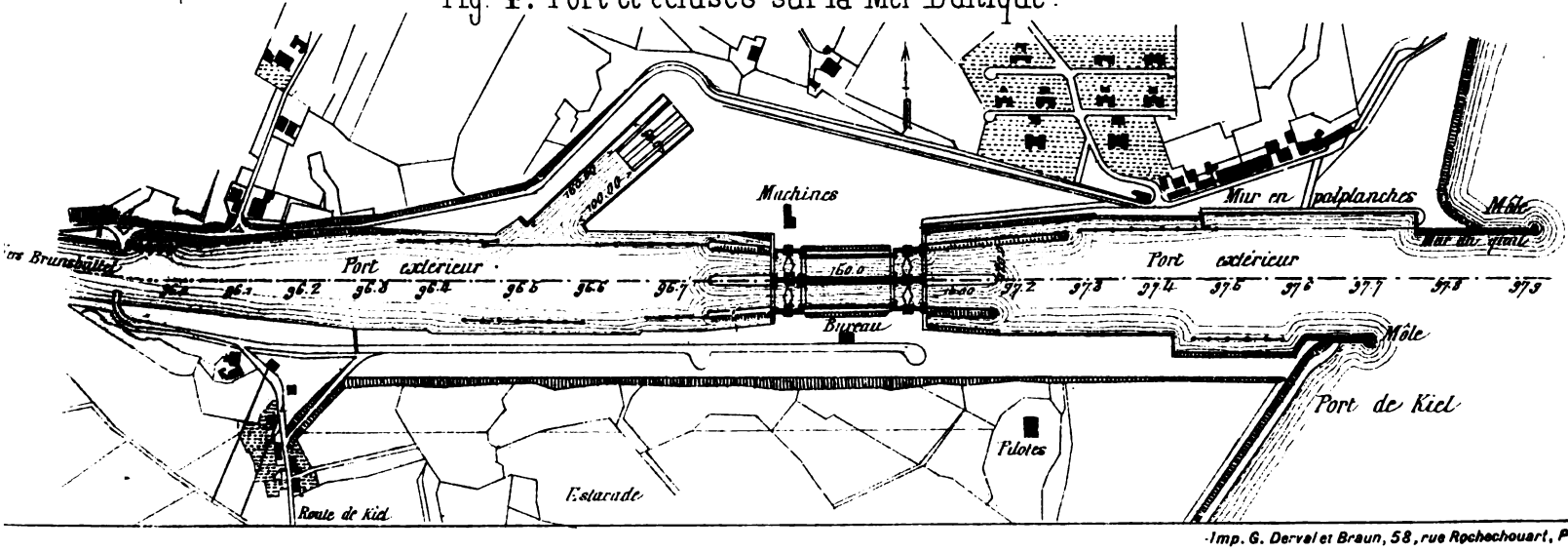
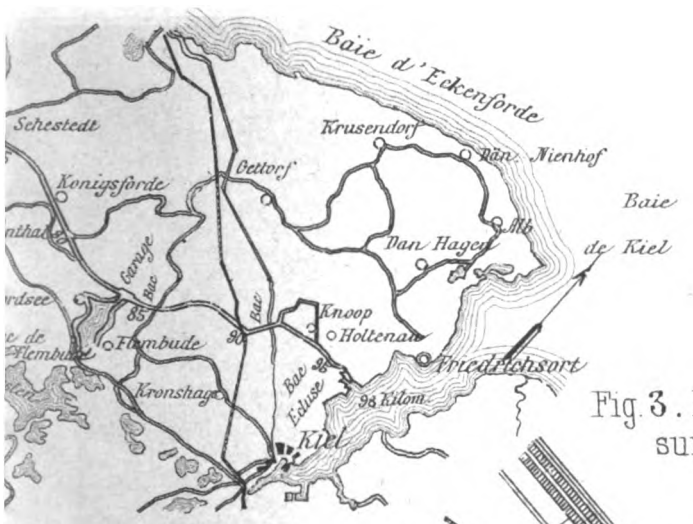


Fig. 4. Port et écluses sur la Mer Baltique.





Imp. G. Dervel et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

et d'une conduite générale de gaz sur laquelle on a pratiqué un certain nombre de branchements.

Dans une installation de ce genre il convient d'établir un plancher de service au niveau supérieur des gazogènes; la houille y est amenée par des wagonnets élevés par un monte-charge ou par un plan incliné.

Dans ces conditions le service est extrêmement simplifié; il suffit d'un ouvrier en haut pour charger et sonder de temps à autre par les trous de piquage, et d'un autre en bas pour décrasser et enlever les mâchefers.

Le gaz possédant au sortir des appareils un léger excès de pression, il n'est pas nécessaire de les placer dans des fosses et on les établit sur le sol, ce qui simplifie l'installation et diminue la dépense.

Applications. — Les applications du gazogène Taylor sont en général celles des gazogènes ordinaires; cependant la simplicité de son fonctionnement l'a fait adopter dans des établissements où l'on n'avait pas besoin de très hautes températures.

Parmi les industries qui en font usage, on peut citer des usines métallurgiques, des verreries, des fabriques de poteries et de produits réfractaires, des raffineries, des fours à chaux et à ciment, des fabriques de soude par les procédés Solvay, des grillages de minerais, des usines à cuivre et à plomb, des tréfileries, etc.

Une des applications les plus intéressantes est la production de la force motrice au moyen des moteurs à explosion analogues aux moteurs à gaz.

Depuis longtemps déjà on a proposé de remplacer dans ces appareils le gaz d'éclairage par le gaz à l'eau, qui n'est autre que du gaz ordinaire de gazogène. Plusieurs de ces tentatives ont été couronnées de succès, mais jusqu'ici ce genre de moteurs ne s'est guère répandu dans l'industrie, par suite de la difficulté d'obtenir avec les gazogènes ordinaires une marche de longue durée et un gaz de qualité constante. De temps en temps il fallait arrêter pour décrasser.

Avec le gazogène Taylor cette difficulté n'existe plus, et les expériences faites dans cette voie ont montré que l'on pouvait obtenir la force d'un cheval en ne dépensant pas plus de 400 grammes d'anthracite par heure. Pour cet usage spécial, il convient de surchauffer le mélange insufflé par l'injecteur, afin d'introduire la plus grande proportion possible de vapeur d'eau pour augmenter la richesse en hydrogène, gaz éminemment explosif.

La quantité de chaleur nécessaire en marche normale à la production de la vapeur d'eau qui fait fonctionner l'injecteur à air, représente 2 à 3 % de la houille employée; mais comme une partie de cette vapeur se transforme en gaz combustible, la dépense, de ce chef, ne dépasse guère 1 %.

En terminant cette notice sur le gazogène Taylor, nous ferons remarquer que cet appareil ne diffère que par un point essentiel de ceux qui ont existé antérieurement.

La plupart des Ingénieurs qui se sont occupés des gazogènes reconnaîtront dans celui-ci tel ou tel détail de construction qu'ils ont déjà employé. Ce qui caractérise le gazogène Taylor, c'est principalement le mode de décrassage qui, employé avec les perfectionnements déjà connus, a été en quelque sorte le couronnement de l'édifice.

L'inventeur, comme il le reconnaît lui-même, a eu l'heureuse chance de venir après beaucoup d'autres et de profiter de leurs travaux.

Bien que l'idée qu'il a appliquée soit des plus simples, il lui a fallu, pour y arriver, subir pendant dix ans des ennuis continuels avec les différents types de gazogènes qu'il employait dans ses usines, et ce n'est qu'après bien des tâtonnements qu'il est arrivé au plateau tournant, qui a donné du premier coup toute satisfaction.

Maintenant, le service des gazogènes va devenir tellement simple que rien ne s'opposera plus à ce que l'emploi des combustibles gazeux se généralise rapidement dans la pratique industrielle.

A. FICHET,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉTALLURGIE

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU COKE MÉTALLURGIQUE

Quand on a substitué le coke au charbon de bois dans de petits hauts fourneaux de faible capacité, marchant à l'air froid ou à l'air chauffé modérément dans des appareils métalliques, on a cherché à fabriquer du coke léger et poreux dont les qualités physiques ne soient pas trop différentes de celles du combustible végétal: le coke trop dense présentait, dans ces fourneaux, l'inconvénient de brûler ou de transformer l'acide carbonique en oxyde de carbone trop lentement, et d'arriver presque intact aux tuyères. On obtenait ce coke léger en carbonisant des charges réduites de charbon très gras. Mais, avec les hauts fourneaux actuels, soufflés par du vent à 7 ou 800 degrés, avec forte pression, on cherche avant tout un coke dense et surtout d'une grande résistance à l'écrasement. La combustion se fait toujours assez facilement; le grand point est que les morceaux de coke ne se brisent pas et qu'ils divisent la charge de façon à former une masse perméable aux gaz, même dans la partie où règne la plus haute température. Quand le coke s'écrase, il forme, avec le laitier et les matières plus ou moins réduites, des masses compactes, réfractaires, ne se laissant plus traverser par les gaz chauds; dans ces conditions, un engorgement est inévitable.

La résistance du coke dépend de deux éléments : 1° la nature de la houille; les houilles sèches à longue flamme, c'est-à-dire ayant plus de 40 % de matières volatiles, ou les houilles trop peu grasses, ayant moins de 19 %, ne sont guère susceptibles, en général, de fournir un coke résistant; le meilleur coke est donné par les houilles contenant de 20 à 30 % de matières volatiles; 2° le procédé de carbonisation; la forme, les dimensions du four et sa température, ont une grande influence et doivent être soigneusement étudiées pour chaque nature de combustible; mais ce second élément a moins d'importance que le premier, en ce sens que si on peut faire de mauvais coke avec de bon charbon et de mauvais fours, il est impossible de faire de bon coke avec de mauvais charbon, quelque perfectionné que soit le procédé de carbonisation; et avec du charbon de bonne qualité, on obtient de bons résultats dans des fours très différents les uns des autres.

Nous reviendrons sur cette question en étudiant les divers systèmes de fours; nous donnerons seulement, à titre de renseignement général, la résistance à l'écrasement par centimètre carré d'un certain nombre d'échantillons :

Auteurs des essais	Type du four	Matières volatiles contenues dans la houille, nature ou provenance	Densité du coke	Résistance	Cendres du coke
JOUGUET (*Bull. de l'Ind. min.*)	de Boulanger, (Bessèges). . .	25 %	»	43,92	»
	Coppée, 48h (Houillères de Bessèges)	24	»	80,50	»
	Belges (Grand-Combe). . . .	22	»	53,12	»
	Carves de 0m70 (Usine de Bessèges)	27	»	66,46	»
	Carves de 0m66 (Usine de Bessèges)	27	»	79,72	»
	Carves de 0m50 (Usine de Bessèges)	27	»	72,32	»
COLRAT (*Bulletin de l'Industrie minérale*)	Pauwels, 48h (Usine à gaz d'Ivry).	30-35	1,10	117 »	6,60
	Belge, 48h (Houillères de Saint-Étienne)	20 (P. Mars)	0,95	108 »	11,50
	Belge, 48h (Houillères de Saint-Étienne)	25 (Pompe)	0,85	103 »	13,30
	Belge, 48h (Houillères de Saint-Étienne)	25 (P. Julien)	0,80	103 »	10 »
	Belge (Carmaux)	35	1 »	107 »	10,50
	Boulanger (Montmartre, Saint-Etienne)	27	0,83	86 »	6,80
	Boulanger (Sunderland, Angleterre)	houille grasse	0,94	87 »	5 »
	Coppée, 48h (Molières, Gard).	24	0,89	86 »	9,50
	Appolt, 24h (Portes, Gard). .	22	1 »	86 »	9 »
	Belge, 24h (Ahun).	houille grasse	1,02	75 »	12 »
	Belge, 24h (Commentry) . . .	40	0,87	70 »	7,50
	Boulanger (Villebœuf, Saint-Etienne)	24	0,79	65 »	10,50
	Boulanger (Brassac)	36	0,80	68 »	12 »
	Belge, 24h (Firmy, Aveyron).	42	0,92	60 »	8 »
	Belge, 24h (Campagnac) . . .	40	0,94	60 »	8,80
	Carves (Campagnac)	40	0,85	50 »	10,70
	Cornue à gaz (Marseille). . .	30	0,90	60 »	16 »
	Appolt (Aubin, Aveyron). . .	38	0,79	50 »	13,70
	Boulanger (Aubin, Aveyron) .	38	0,82	45 »	11,80
	Belge (Aubin, Aveyron) . . .	38	0,60	25 »	8 »
	Meule (charbon de bois). . .	»	»	25 »	2 »
M. GODIN-DAVID (*Revue de Liège*)	Smet, 48h (Cockerill).	Siège (Henri-Guillaume)	»	100 »	11 »
	Appolt, 24h (Cockerill). . . .	Siège (Marie)	»	61-77	12 »
	Appolt, 24h (Cockerill) . . .	—	»	92-108	13 »
	Appolt, 24h (Marihaye). . . .	»	»	113 »	12,80
	Dulait, 48h (Marihaye). . . .	»	»	116 »	12,80
	Smet (Marihaye).	»	»	126 »	10-14
	Coppée, 24h (Tilleur)	Taskin	»	81,50	10 »
	Coppée, 48h (Tilleur)	—	»	104 »	»
	Smet, 24h (Tilleur)	Horloz	»	86 »	11 »
	Appolt, 24h (Grivegnée) . . .	»	»	82 »	11 »
	Boulanger (Clarence, Angleterre)	Gras	»	100 »	10 »
	Belge (Anzin).	—	»	90 »	10-15
	Appolt, 24h (Liège)	Schamrock (Ruhr)	»	60-100	8-10
	Appolt, 24h (Liège)	Pluto (Ruhr)	»	29-77	»
	Appolt, 24h (Liège)	Bonifacius (Ruhr)	»	66 »	»
	Appolt, 24h (Bochum)	»	»	106 »	»
	Appolt, 24h (Oberhausen) . .	»	»	77 »	14 »
FULTON (*Inst. amér. Ingrs des Min., 1883*)	Boulanger (Cambria Iron Co, Bennington)	»	0,84	81 »	»
	Boulanger (Broad Top) . . .	»	0,75	63 »	8 à 9
	Boulanger, 72h (Connesville) .	»	0,78	82 »	9 à 10
	Boulanger, 48h (Connesville) .	»	0,87	72 »	»
	Boulanger, 48h (Kemble, Broad Top).	»	0,74	69 »	»
	Belge (Cambria Iron Co, Johnstown).	»	0,73	71 »	»

Les chiffres de résistance contenus dans ce tableau ne sont pas tout à fait comparables, parce qu'ils n'ont pas été obtenus avec des cubes de même dimension : or, on trouve un chiffre d'autant plus élevé que le cube est plus petit. Les essais de M. Godin-David ont été faits avec des cubes de 4 à 6 centimètres de côté; nous n'avons pas ce renseignement pour les autres essais.

En outre, avec le même charbon et le même four, on trouve des variations de résistance très grandes suivant les échantillons; c'est ainsi que dans les fours à parois chauffées, la résistance et la densité sont souvent beaucoup plus grandes dans la partie en chou-fleur, voisine des parois, que vers le centre du four. Pour les charbons de l'Aveyron, M. Colrat a trouvé que, dans le même morceau de coke, cette résistance passait de 45 à 25 kilogr., en même temps que la densité s'abaissait de 0,82 à 0,60.

Nous avons trouvé de même, à Anzin, dans des fours belges de

Digitized by Google

45 centimètres de largeur, traitant un mélange de charbon gras et demi-gras à 21 °/₀ de matières volatiles, une densité de 0,90 et une résistance de 120 kilogr. contre les parois; ces chiffres se réduisent à 0,87 et 80 kilogr. dans le voisinage du plan vertical médian du four. Si donc on veut se rendre compte par des essais à l'écrasement, de la résistance d'un coke, il ne faut pas se contenter de deux ou trois essais, il est au contraire indispensable d'en faire un grand nombre et d'en prendre la moyenne.

Le coke est parfois tellement fendillé, qu'il est impossible d'arriver à découper un cube de 3 centimètres de côté; le coke anglais obtenu au four à boulanger se présente souvent ainsi. Enfin, même en supposant connue la résistance moyenne à l'écrasement d'un cube de 3 centimètres de côté, elle ne donne pas un chiffre qui puisse servir à estimer la façon dont le coke se comportera dans le haut fourneau, car il est certain qu'un coke en gros morceaux compacts, de 20 à 30 centimètres de côté, sans fissures, donnera de bien meilleurs résultats qu'un autre de même résistance, mais en morceaux plus petits ou fissurés.

Aussi, le meilleur moyen d'apprécier la cohésion d'un coke est-il de se servir du tambour tournant, de 1 mètre de diamètre, qui sert pour les essais de cohésion de briquettes. Nous rappellerons que ce tambour porte trois ailes saillantes à l'intérieur, de 22 centimètres de longueur suivant le rayon; on y introduit 50 kilogr. de coke, en morceaux tels qu'ils sortent du four, et on fait tourner à raison de 25 tours par minute, comme pour les briquettes. On apprécie la cohésion par la proportion de coke restant, après broyage, sur un crible à mailles carrées de 4 centimètres de côté. Nous avons fait usage de cet appareil à Anzin, en 1883: pour les briquettes l'essai ne dure que deux minutes; nous le faisions durer six minutes pour le coke. Dans ces conditions, le coke de bonne qualité donnait une cohésion de 70 °/₀; le coke n'atteignant pas ce chiffre était susceptible de provoquer des plaintes de la part des clients; aussi réglait-on le mélange des charbons de manière à ne jamais descendre au-dessous de 70.

Voici le résultat de quelques essais, chacun des chiffres donnés représentant la moyenne de plusieurs expériences :

Fours Coppée de 0m42 de largeur		(Saint-Waast).	34 °/₀ de ½ gras.		70,5
—	—	—	(Turenne) . .	34	—	74
—	—	—	(Saint-Waast).	26 °/₀ de maigre.	72
—	—	—	— .	30	—	71
Fours Smet de 0m50		—	— .	20	—	69
— 0m60		—	(Enclos) . . .	15 °/₀ de ½ gras.	68
Fours Coppée de 0m47		—	(Haveluy) . .	25	—	62

Par ce procédé, qui est employé à l'usine du Creusot, on tient compte de tous les éléments qui peuvent influer sur les qualités physiques du coke : si la grosseur des morceaux ou leur dureté diminue, s'ils présentent des coupures, en résumé, si la qualité du coke baisse, soit par suite de la nature du charbon employé, soit par une allure trop chaude ou trop froide des fours, on le mesure immédiatement par un essai de cohésion.

Au point de vue de l'emploi dans les hauts fourneaux élevés, ces divers essais d'écrasement ou de cohésion ont un défaut capital, c'est d'être faits à la température ordinaire, et non aux températures élevées que le coke supportera dans la cuve et dans l'ouvrage. M. Lowthian Bell a fait, aux usines de Clarence, des essais d'écrasement de coke à la température que possèdent les gaz à la sortie du gueulard, et il a trouvé, en opérant sur des cubes de 6 centimètres de côté, que la résistance, qui était de 42 kilogr. par centimètre carré à froid, se réduisait à 28 kilogr. à chaud. M. P. Holtzer a fait récemment des essais comparatifs de résistance, à froid et à chaud, sur du coke métallurgique, à 14 °/₀ de cendres, des houillères de Saint-Etienne. La résistance à froid étant de 95 kilogr., la résistance au rouge sombre s'est abaissée à 87kg8, ce qui indique un abaissement beaucoup moindre que pour le coke anglais. Nous ne connaissons pas d'autres essais en cette matière, et c'est vraiment regrettable. La résistance à chaud est-elle, dans tous les cas et pour toutes les natures de coke, proportionnelle à la résistance à froid? Des expériences directes peuvent seules élucider ce point intéressant, et nous espérons que quelques Ingénieurs de hauts fourneaux entreprendront un jour cette étude.

Dans le tableau ci-dessus de la résistance à l'écrasement, nous avons donné un certain nombre de densités de coke; il s'agit ici de la densité apparente, c'est-à-dire du poids d'un décimètre cube de coke. M. Frédéric Davey a donné lecture, en 1883, à l'Institut américain des Ingénieurs des Mines, d'un mémoire très complet sur la porosité et le poids spécifique des cokes fabriqués aux Etats-Unis. La méthode employée par cet Ingénieur consiste à peser très exactement des échantillons de 20 à 40 grammes, qu'on dessèche complètement à 100 degrés pour les peser de nouveau après refroidissement dans l'air sec. La différence de poids donne l'humidité contenue dans le coke à l'état naturel. Ceci fait, les échantillons sont plongés pendant vingt-quatre heures dans un bain d'eau qu'on porte sous la cloche d'une machine pneumatique; on pompe, on laisse rentrer l'air; on pompe, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus aucun dégagement de gaz. Toutes les cellules sont ainsi complètement remplies d'eau. On pèse rapidement le coke humide : si P est le poids du coke sec, cette dernière pesée donne, par différence, le poids C de l'eau contenue dans les cellules; en pesant ensuite le coke sous l'eau, on obtient, par différence, le poids p de l'eau déplacée. La densité apparente est $\frac{P}{p}$, le volume relatif occupé par les cellules $\frac{c}{p}$ et la densité de la matière qui constitue les cellules $\frac{P}{p-c}$; c'est la densité réelle.

Si on veut se passer de la machine pneumatique, on peut faire bouillir simplement le coke d'abord dans de l'alcool, puis dans l'eau. C'est le procédé employé par M. Fulton, Ingénieur américain, qui s'est également occupé de la même question en 1883.

Pour déterminer la densité apparente seule, on peut se contenter, pour mouiller le coke, de le plonger pendant dix minutes dans l'eau froide.

Les cokes essayés par M. Davey étaient fabriqués avec du charbon contenant de 20 à 31 °/₀ de matières volatiles, 3 à 12 °/₀ de cendres, dans des fours à boulanger de 3 mètres à 3m 50 de diamètre, recevant une charge de 3 000 à 4 500 kilogr.; la cuisson se faisait en quarante-huit heures.

Il a trouvé un poids spécifique apparent variant de 0,713 à 0,935, et un poids spécifique effectif variant de 1,67 à 1,83.

Dans les essais de M. Colrat, cités plus haut, la densité réelle a varié de 1,62 à 1,85, ce dernier chiffre obtenu avec un coke à 6 °/₀ de cendres.

Voici un tableau de densités trouvées par M. le Dr Thörner, chimiste à Osnabrück, et par nous-même :

		Densité apparente	Densité réelle
Dr Thörner	Four Coppée, du Mansfeld, houille de Constantin.	1,01	1,81
	Four Coppée, du Mansfeld, houille Shamrock . .	1,02	1,81
	Four boulanger, Durlington	1,11	1,78
	Four Lürmann, houille à gaz de Pluto	1,12-1,24	1,71-1,75
	Four Lürmann, houille à gaz d'Hannibal	1,19-1,22	1,82-1,12
	Four Lürmann, ⅓ houille à gaz et ⅓ anthracite d'Hannibal et Piesberg.	1,36	1,83
	Four Lürmann, ½ charbon gras de Borghoh et ½ maigre Piesberg	1,41	1,76
	Four Lürmann, ¾ charbon Hannibal, ¼ maigre Piesberg	1,50	1,71
M. Rossigneux	Four Coppée, 48h, charbon à 20 °/₀ de matières volatiles, Escarpelle (Nord)	0,77	1,76 à 1,79
	Four Coppée, 24h, gras avec 40 °/₀, ½ gras à 17 °/₀ (Anzin)	0,95	Id.
	Four Smet, 48h, gras avec 8 °/₀ ½ gras à 17 °/₀ (Anzin)	0,915	Id.
	Coke de l'Agrape, à 7,2 de cendres	0,83	Id.
	Coke de Dortmund, 9 °/₀ de cendres	0,93	Id.
	Four Coppée de 0m43, en 24h, Anzin, 20 °/₀ de maigre	0,91-1,05	Id.
	Four Coppée de 0m43, en 24h, Anzin, 35 °/₀ ½ gras, au sommet de la charge, et contre les parois	0,90	Id.
	Four Coppée de 0m43, en 24h, Anzin, 35 °/₀ ½ gras, au sommet de la charge et au milieu du four	0,87	Id.
	Four Coppée de 0m43, en 24h, Anzin, 35 °/₀ ½ gras, bas du four, contre les parois. . . .	0,97	Id.
	Four Coppée de 0m43, en 24h, Anzin, 35 °/₀ ½ gras, bas du four, milieu du four	0,91	Id.
	Four Smet, 24h, Anzin, 10 °/₀, ½ gras	0,88	Id.
	Four Coppée de 0m47, 24h, Anzin, 30 °/₀.	0,92	Id.

Le coke est généralement d'autant plus résistant qu'il est plus dense, au moins pour une même qualité de charbon : c'est ainsi que M. Colrat dit qu'avec les charbons flambants de l'Aveyron, la partie des aiguilles de coke tournée vers le centre du four est plus légère et près de moitié moins résistante que la portion qui s'est formée contre la paroi.

Nous avons constaté le même fait avec les charbons d'Anzin. Mais cette règle comporte des exceptions : M. Fulton dit, dans son mémoire, que le coke dense est moins résistant que le coke léger; cela paraît être pour lui une règle générale avec les charbons et les fours (à ruche) qu'il a étudiés. On voit en effet dans son tableau que deux échantillons provenant de la même houille de Connesville ont, l'un une densité de 0,78 et une résistance de 82 kilogr., l'autre une densité de 0,87 et une résistance de 72 kilogr. Pour chaque nature de charbon, il y a des conditions de dimensions de four, de masse, de température et de conduite de chauffage, qui donnent au produit les meilleures qualités physiques possibles, et on ne peut formuler à cet égard de règle absolument générale.

La densité des cokes obtenus au four Lürmann est tout à fait exceptionnelle; elle est due, comme nous le verrons plus loin, à la compression mécanique que subit le charbon pendant sa cuisson.

La densité réelle du coke, c'est-à-dire celle de la matière qui constitue les cellules, est généralement comprise entre 1,75 et 1,80 et varie assez peu, que le coke lui-même soit léger ou dense. On obtient le même chiffre en broyant finement du coke et en déterminant la densité de la poussière.

Du charbon maigre d'Anzin à 11,5 °/₀ de matières volatiles et 2 °/₀ de cendres, carbonisé en vase clos et réduit en poudre, nous a donné une densité de 1,79, c'est-à-dire à peu près la même que celle du coke.

Nous rappellerons que la densité du charbon de cornue, c'est-à-dire du dépôt qui se fait dans les cornues des usines à gaz par la décomposition des hydrocarbures, est de 2,35, par conséquent beaucoup plus élevée. Celle du graphite de Sibérie est de 2,14 à 2,75; celle du diamant est de 3,5.

Il paraît constaté qu'une température élevée et une cuisson prolongée tendent à augmenter la densité de la matière constitutive des cellules. Au point de vue de l'emploi du coke dans les hauts fourneaux, il importe que le coke se laisse suffisamment pénétrer par les gaz, mais en même temps qu'il résiste à l'action de l'acide carbonique, qui tend à le transformer en oxyde de carbone. Le coke résiste à cette action, bien mieux que le charbon de bois; les différentes espèces de coke y résistent plus ou moins, suivant leur nature. Ainsi M. L. Bell, ayant trouvé que ses hauts fourneaux de Clarence con-

Digitized by Google

sommaient 10 % en plus de coke Carvès que de coke des fours à boulanger, a analysé ces cokes. Il leur a trouvé à peu près la même composition :

	Coke de four boulanger	Coke Carvès
Carbone	87,6	86,36
Hydrogène	0,25	0,51
Oxygène et azote	1,20	1,77
Soufre	1,03	1,07
Cendres	8,52	7,94
Eau	1,38	2,35

Ayant eu l'idée de les soumettre, à différentes températures, à l'action d'un courant d'acide carbonique, il a trouvé que les deux échantillons se comportaient de façons très différentes : le premier résistait beaucoup mieux que le second à l'action du courant ; la différence était d'autant plus grande que la température était plus élevée ; ainsi à 1 490° Farh. le coke de four boulanger avait perdu 46,14 de son poids, alors que le Carvès avait perdu 62,12. M. Bell attribuait ce fait à la formation, dans le four Carvès, d'un dépôt de carbone très léger et facilement oxydable provenant de la décomposition des hydrocarbures ; nous croyons que l'explication doit être cherchée plutôt dans la nature du charbon employé et dans ce fait que la température était moins élevée dans le four Carvès : à une température suffisante, la matière qui constitue les cellules est plus serrée, le retrait se fait mieux, et le dépôt provenant des hydrocarbures décomposés ne peut qu'augmenter la compacité, car il est analogue au graphite des cornues, plus dense et bien plus difficile à brûler que le coke.

Quelque chose d'analogue se passe du reste dans la carbonisation du bois. D'après un mémoire de Violette, publié en 1853 dans les *Annales de physique et de chimie*, le charbon de bois est d'autant moins oxydable qu'il a été cuit à une température plus élevée. Le charbon calciné à la température de fusion du platine ne peut être allumé comme le charbon ordinaire et ne brûle que si on le maintient à la température de 1 200°, alors que le charbon préparé à 1 000° s'enflamme à 600°, et le charbon préparé à 432° s'enflamme à 400°. Il a trouvé également que la densité, pores déduits, augmentait avec le degré de cuisson et s'élevait à 2 par la cuisson à 1 500°, alors que le charbon produit à basse température n'a qu'une densité de 1,4.

Ce durcissement du charbon par une température élevée est également utilisé dans la fabrication des lampes à incandescence.

L'Iron and Steel Institute s'est occupé à différentes reprises, de 1883 à 1885, de cette question de fabrication du coke et de sa résistance à l'action des gaz du haut fourneau ; les divers membres qui ont pris la parole ont émis des avis très divergents et il est assez difficile de tirer une conclusion pratique de tout ce qui a été dit.

En ce qui concerne le coke Carvès, M. Samuelson, un des plus grands métallurgistes de l'Angleterre, a émis un avis tout à fait différent de celui de sir L. Bell, et a déclaré que ce coke, qu'il employait dans ses hauts fourneaux, faisait le même usage que le meilleur coke de four à boulanger et que la consommation n'en était pas plus forte. Le coke obtenu au four Carvès a des qualités bien différentes, suivant les charbons employés et la température des fours. Une importante installation de ces fours existe à Bilbao ; ils sont munis d'un récupérateur chauffant l'air à 700°, la température dans les carneaux est de 1 200° ; dans ces conditions, on a trouvé que le coke produit résistait, à l'inverse de ce qu'avait trouvé M. L. Bell, beaucoup mieux à l'action de l'acide carbonique que le coke du four belge.

Une grande densité du coke procure un autre avantage dans les hauts fourneaux, c'est de diminuer le volume de la charge et d'augmenter la capacité utile du fourneau. Si, par exemple, le coke forme en volume la moitié du lit de fusion, une augmentation de 20 % dans la densité du coke équivaudra à une augmentation de 10 % du volume de la cuve, ce qui n'est pas négligeable.

Le coke employé dans les cubilots de deuxième fusion pour fonte de moulage ne doit pas être trop dense ni trop dur ; les fondeurs recherchent un coke renfermant peu de cendres, 6 à 8 % généralement, et d'une densité apparente ne dépassant pas 0,90. Le coke trop dur ne brûle pas assez rapidement dans les cubilots soufflés à l'air froid avec une faible pression, il noircit devant les tuyères, et pour obtenir la température voulue, il faut augmenter la consommation de combustible. La densité apparente paraît avoir moins d'importance que la densité réelle, et on n'obtient pas de bons cokes pour fonderie avec des charbons trop peu gras, exigeant une température élevée pour leur carbonisation ; du coke, en 48 heures, obtenu avec un charbon très gras à température moyenne sera d'un meilleur usage que du coke en 24 heures de même densité apparente ; la raison en est que la matière des cellules est, dans le second cas, par suite de la nature de la houille et de la haute température de cuisson, à un état de condensation différent et bien plus difficile à oxyder.

L'espace relatif occupé par les cellules dans le coke métallurgique varie, d'après les essais de M. Fulton, entre le chiffre de 0,256 obtenu par un coke ayant une densité de 0,92, et celui de 0,432 pour un coke d'une densité de 0,71. La quantité d'eau qu'un coke est susceptible d'absorber varie donc entre 23 % et 31 % de son poids. Mais cette absorption d'eau ne peut être obtenue que par ébullition ou par l'action du vide. En pratique, le coke absorbe bien moins : ainsi du coke d'Anzin, obtenu dans des fours Smet avec un mélange contenant 25 % de charbon demi-gras, absorbait 25 % de son poids après immersion dans l'eau pendant 24 heures ; du coke de four Coppée avec 20 % de maigre donnait le même résultat ; avec 35 % de charbon demi-gras, le coke n'absorbait plus que 15 % d'eau ; la densité était à peu près la même dans les trois échantillons, la différence paraît donc être due à la disposition des cellules, qui, pour les deux premiers, communiquaient complètement les unes avec les autres, et, pour le dernier, étaient évidemment plus isolées. Ces différences dans la disposition des cellules contribuent à expliquer comment deux cokes de même densité peuvent se comporter au cubilot d'une façon très différente : celui qui se laisse facilement pénétrer par l'eau doit également se laisser pénétrer plus facilement par l'air et brûler plus rapidement qu'un coke de texture différente, dont l'oxydation ne peut se faire que tout à fait à la surface, comme elle se fait pour l'anthracite et le graphite de cornues.

L'immersion du coke dans l'eau est une opération simple et rapide qui pourrait peut-être dans bien des cas fournir les mêmes indications que les expériences faites par M. L. Bell, en soumettant le coke au rouge à l'action d'un courant d'acide carbonique.

Le coke est moins hygrométrique que le charbon de bois, mais il renferme toujours, à son arrivée à l'usine, une certaine proportion d'eau, rarement moins de 2 %, même quand il est éteint sans eau, par étouffement. Quand l'extinction se fait par l'eau, le coke contient souvent de 3 à 5 % d'eau ; les usines qui achètent leur coke stipulent généralement une humidité comprise entre ces deux chiffres avec retenue dans le cas où le chiffre est dépassé.

Le poids d'un mètre cube de coke en gros morceaux d'une densité de 0,9 est aux environs de 450 kilogr. ; celui du petit coke, en morceaux de 3 à 4 centimètres, de 500 kilogr. ; le fraisil (de 1 à 2 cent.) pèse 520 kilogr. ; enfin, les cendres au-dessous de 1 centimètre pèsent 550 kilogr.

Le coke de gaz pèse de 350 à 420 kilogr.

Le coke métallurgique dit non lavé contient ordinairement de 12 à 15 % de cendres : le coke lavé 6 à 9 %. Ces expressions de coke lavé ou non lavé n'ont qu'une valeur commerciale ; le charbon qui fournit le coke à 12 % subit dans bien des cas un lavage au moins partiel, et, d'autre part, certaines mines particulièrement favorisées, peuvent fournir du coke à 8 % avec du charbon tel qu'il sort du puits. Les charbons anglais, surtout, contiennent peu de cendres et certaines qualités permettent aux usines à gaz d'obtenir du coke de cornue, non lavé par conséquent, ne contenant pas plus de 5 % de cendres.

(A suivre.) P. ROSSIGNEUX.

LAMINAGE DE LA TOLE EN FEUILLES CONTINUES

en partant du fer fondu ou de l'acier à l'état liquide.

Nous nous empressons de reproduire ci-dessous, *in extenso*, l'importante communication que sir Henry Bessemer vient de présenter devant l'*Iron and steel Institute* sur le « laminage de la tôle en feuilles continues, en partant du fer fondu ou de l'acier à l'état liquide », ainsi que les observations que ce mémoire a provoquées. Sir Henry Bessemer s'est exprimé en ces termes :

Parmi les nombreuses inventions qui sont portées de temps à autre à la connaissance du public, un certain nombre, pour une cause ou pour une autre, viennent à tomber dans l'oubli.

Cela tient trop souvent à quelque défaut ou à quelque erreur inhérents à l'idée elle-même. Toutefois ce n'est pas toujours ce motif qui détermine l'insuccès ; en effet, certaines inventions qui semblent dignes d'être expérimentées ne le sont jamais, parce qu'elles apparaissent à une époque où les conditions de la fabrication à laquelle elles se rapportent, sont trop peu avancées pour les rendre praticables dans l'état actuel des connaissances, bien que plus tard, et à une période plus favorable, elles eussent été immédiatement adoptées. C'est ce qui m'a fait penser qu'une invention relative à la fabrication du fer et de l'acier, qui est tombée dans l'oubli pendant ces trente-cinq dernières années, pourrait avantageusement venir en discussion à une époque où la fabrication des tôles de fer-blanc attire autant l'attention du public. J'ai néanmoins beaucoup hésité à m'aventurer dans cette innovation qui ne saurait constituer un précédent.

Avant d'entrer dans les détails du procédé que je propose pour la production en feuilles continues des tôles de fer ou d'acier, il peut être intéressant de se reporter brièvement à quelques procédés analogues qui ont été expérimentés avec succès. A ce point de vue la pensée se tourne naturellement vers cette période où les feuilles de papier, comme nos feuilles de fer-blanc actuelles, se fabriquaient toutes à la main. L'ouvrier plonge dans un récipient plein de pâte un tamis en toile métallique, puis le tient horizontalement au-dessus jusqu'à ce qu'il se soit égoutté ; il transporte ensuite la fragile feuille de pâte sur une surface revêtue de flanelle, et l'y laisse se sécher et prendre de la consistance. Mais, grâce à la belle invention de Fourdrinier, perfectionnée par Donkin, nous possédons aujourd'hui une merveilleuse machine automatique, pourvue à l'une de ses extrémités d'un récipient de pâte, où puise une toile métallique sans fin, qui amène la pâte sur un cylindre sécheur recouvert de flanelle, et, de là, sur des rouleaux polis chauffés à la vapeur ; et cette machine se termine par un tambour en bois, sur lequel s'enroule une feuille de papier sans fin de 1 600 mètres de longueur, et susceptible de se prêter à toutes les applications.

Ce résultat s'obtient avec une rapidité, une économie de matière et une excellence de fabrication, qui ont révolutionné l'industrie du papier dans le monde entier.

La fabrication de tôles continues de différents métaux, provenant directement des matières à l'état fluide ou semi-fluide, a beaucoup occupé mon attention il y a un certain nombre d'années ; et, dès 1846, je pris un brevet pour la fabrication directe des feuilles d'étain et de plomb en partant du métal en fusion. J'ajouterai que cette invention était contenue dans un brevet relatif à la fabrication du verre,

Digitized by Google

et, autant que je puis le savoir, cette forme spéciale d'appareil n'a jamais été soumise à des expériences pratiques.

Je puis dire que j'ai reçu d'Amérique, il y a deux ans environ, un petit échantillon de métal en feuille qu'on avait réussi à y fabriquer. Mon correspondant m'informait que son procédé reposait sur une légère modification apportée à mon brevet de 1857 relatif au laminage de tôles continues et de barres minces de fer ou d'acier, obtenues directement du métal en fusion. Il m'offrit la moitié de son brevet si je voulais entreprendre de l'introduire en Angleterre. Je n'acceptai pas cette offre, et l'affaire en resta là.

Cette circonstance me permet cependant de mettre sous vos yeux une petite pièce de tôle continue provenant directement du métal fluide en une seule opération, et prouve d'une manière indiscutable qu'on peut, avec du métal en fusion, former une feuille continue entre des cylindres de laminoir maintenus à froid.

En 1846, je commençai une série d'expériences sur la fabrication des plaques continues en verre. La rapidité avec laquelle une mince feuille de verre passe d'un état mou et plastique à un autre d'une fragilité extrême, est spéciale à cette matière, et apporte de grands obstacles dans la fabrication, obstacles qui croissent avec la promptitude de production. Celle-ci est telle que dans un certain cas on a pu, en trois ou quatre minutes, couler une feuille de verre de 21 mètres de long sur 75 centimètres de large, et la partie antérieure était déjà devenue dure et cassante, alors que l'autre était encore à l'état plastique. Heureusement, le fer et l'acier, après avoir passé de l'état liquide à l'état solide, conservent encore leur malléabilité, et donnent tout le temps nécessaire pour les traiter à nouveau avant qu'ils se soient refroidis.

Après avoir ainsi brièvement rappelé les procédés de laminage qui ont été antérieurement expérimentés pour la production directe des feuilles continues de plomb et de verre, j'arrive à cette partie du sujet qui intéresse de plus près les membres de l'*Iron and Steel Institute*, dont beaucoup peuvent se rappeler qu'en août 1856, j'ai annoncé pour la première fois au monde, qu'on pouvait produire rapidement et par grandes masses, du fer malléable à l'état fluide.

Il n'est pas étonnant que j'aie cherché à profiter moi-même des avantages que présentait cette nouvelle condition de fluidité. Je vis naturellement que, comme les autres métaux à l'état fluide, le fer malléable pouvait être moulé sous toutes les formes, et, revenant à mes premières inventions pour laminer le plomb et le verre à l'état fluide en feuilles continues, je conçus l'idée que le fer ou l'acier malléables pourraient ainsi non seulement se fabriquer en feuilles ou en plaques, mais encore en barres ou en tiges minces, en faisant passer le métal à l'état fluide entre deux cylindres placés dans le même plan horizontal. J'avais la plus grande hâte d'expérimenter un système aussi nouveau et d'une importance aussi considérable en cas de succès.

A l'époque dont je viens de parler, j'étudiais un procédé secret pour la fabrication de la poudre de bronze, dans mes ateliers de Saint-Pancrace, où je faisais également mes expériences sur le fer et l'acier, et dans l'atelier du bronze j'avais un laminoir de 30 centimètres. Je pensai que cet appareil me permettrait d'expérimenter la possibilité ou non de produire une feuille continue venant directement du métal à l'état fluide. Malheureusement, l'appareil était à quelque distance de la chambre des convertisseurs, dans une pièce fermée et gardée avec le plus grand soin, et dont l'entrée était interdite à tout ouvrier étranger. Il me fallait donc opérer moi-même ces essais. J'employai comme convertisseur un creuset ordinaire de 9 kilogrammes, et après y avoir fondu 3 à 4 kilogr. de fonte, je plongeai dans le liquide l'orifice d'une tuyère en terre réfractaire, ce qui permit de le décarburer complètement. Il n'y eut aucune addition de manganèse ni de spiegel. Je saisis ensuite le creuset dans des pinces et l'apportai à l'atelier du bronze. Naturellement, cette opération demanda quelque temps, et lorsque j'arrivai au laminoir, le métal s'était solidifié dans le creuset, et ne pouvait plus être coulé.

Après plusieurs tentatives infructueuses, je finis par apporter jusqu'au laminoir un peu de métal en fusion.

Le creuset fut élevé au-dessus du cylindre postérieur, et le liquide fut coulé entre les deux cylindres.

Leur écartement était d'environ 1 millimètre, et j'obtins une feuille mince de 90 centimètres à 1 mètre de longueur. La petite nappe de liquide qui tombait du creuset ne s'étalait pas beaucoup entre les cylindres, mais comme elle subissait quelques fluctuations dans sa largeur, celle de la feuille augmentait ou diminuait dans la même proportion, et il se produisait une ligne onduleuse sur les bords de la feuille, dont quelques parties furent ensuite laminées à une plus faible épaisseur. La tôle ainsi obtenue présentait une surface bien unie, presque sans oxydation, et complètement libre d'écailles. Elle était aussi rigide que les tôles laminées ordinaires ; et je fus ainsi convaincu de la possibilité absolue de laminer des tôles minces en les tirant directement du métal à l'état fluide. La tôle ainsi fabriquée fut découpée en petits échantillons et donnée à différentes personnes. Le seul qui en reste actuellement est une petite pièce qui figure parmi les premiers échantillons de métal Bessemer, contenus dans une des vitrines de l'*Iron and Steel Institute*.

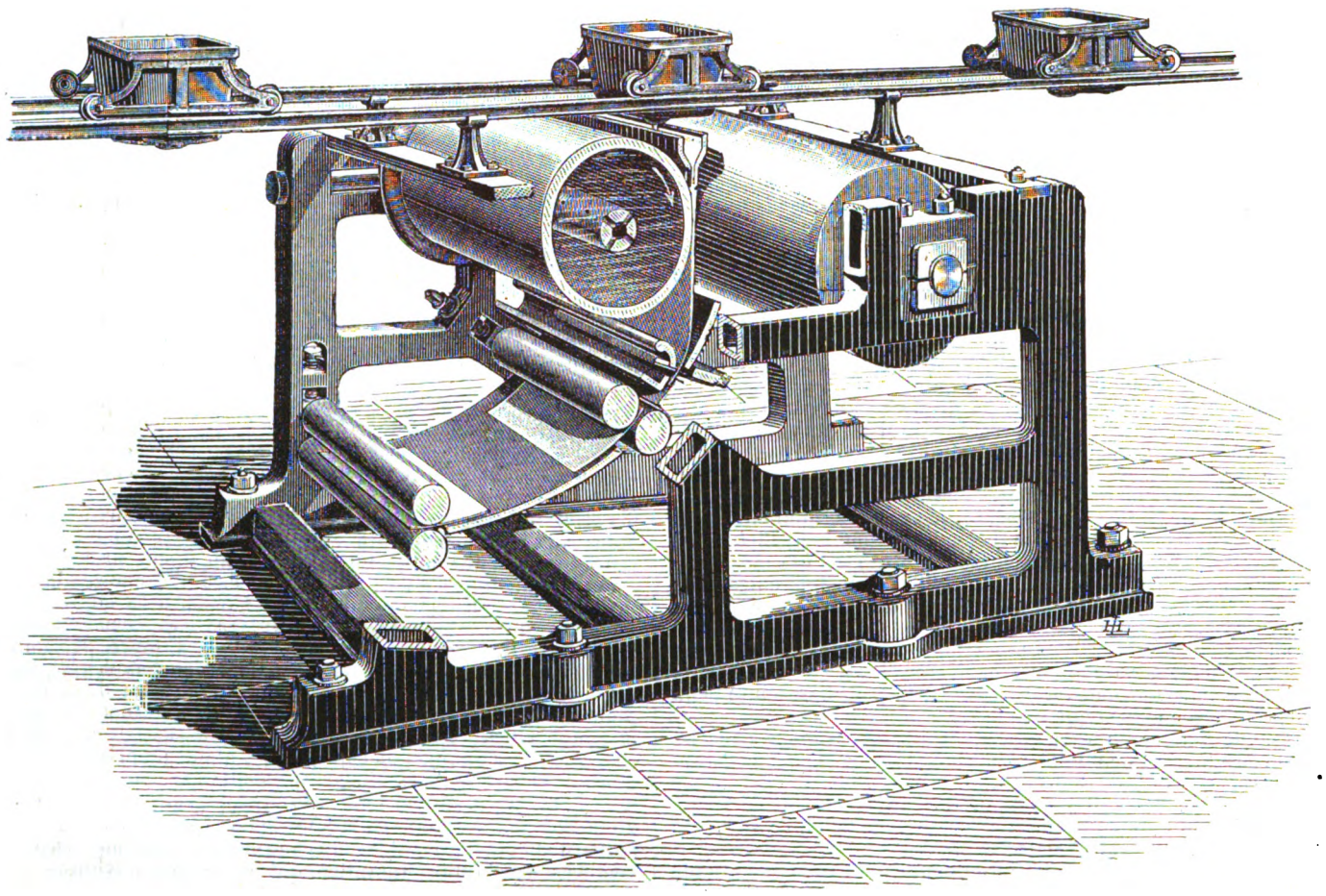


FIG .1. — Vue d'ensemble d'un appareil pour le laminage de la tôle en feuilles continues.

J'étais tellement convaincu de l'importance de cette invention que je pris immédiatement un brevet, quoique, à cette époque, le procédé Bessemer fût non seulement dédaigné, mais encore considéré généralement comme un insuccès complet. On ne doit donc pas s'étonner que la production de tôle continue obtenue directement du métal à l'état fluide, n'ait pas excité un grand enthousiasme parmi les fabricants de fer-blanc de l'époque. En réalité, tout le système fut laissé de côté sans qu'on prît sérieusement garde à sa valeur. C'est dans ces conditions que je me suis aventuré à vous raconter un chapitre d'histoire ancienne, dans l'espoir que, grâce à l'accroissement des connaissances et à l'habileté acquise depuis lors dans la production et la manipulation de l'acier doux, le système de production de tôles continues puisse attirer l'attention des personnes intéressées à la fabrication du fer-blanc.

On peut voir, d'après la description de mon appareil primitif, qu'il

Digitized by Google

serait très difficile d'alimenter les laminoirs avec toute la régularité nécessaire si la scorie flottant à la surface du bain en plus ou moins grande quantité devait couler en même temps que le métal. On observera également qu'avec cette disposition, le métal ne s'écoulerait que sur un point, tandis que si l'on avait à faire de larges tôles, il devrait se répandre tout le long des cylindres, en partant d'un courant central. On rencontrerait un autre obstacle dans les remous qui se produiraient dans le métal liquide entre les cylindres, à cause de la grande hauteur qu'il faudrait donner au-dessus d'eux au récipient de coulée.

Ayant ainsi librement critiqué les imperfections de mon premier appareil, je vais maintenant expliquer les moyens que je propose pour y remédier ; il est facile de les comprendre en se reportant aux figures 1 et 2. Je ferai d'ailleurs observer que ce n'est là qu'un croquis schématique, qui a simplement pour objet d'indiquer le principe de l'appareil. Les cylindres L et M consistent en deux tambours creux traversés par des axes tubulaires en acier NN, qui amènent l'eau nécessaire au refroidissement des cylindres. Les coussinets de support du cylindre M sont fixes, tandis que ceux du cylindre L peuvent se déplacer dans une glissière, et sont poussés par le piston d'une petite presse hydraulique X, qui est toujours en communication avec un accumulateur; dans ces conditions, si l'alimentation est trop forte, le cylindre L se retire, de manière à supprimer tout effort excessif dans la machine. Il n'en résulte qu'un léger accroissement d'épaisseur dans cette partie de la tôle, défaut qui, s'étendant parallèlement sur toute la largeur, est facile à corriger dans le passage suivant au laminoir. Les cylindres auraient de $0^m 90$ à $1^m 20$ de diamètre, et seraient pourvus de rebords à l'une de leurs extrémités seulement, de manière à former une sorte de trémie pour contenir le métal en fusion.

Afin d'obtenir une alimentation régulière et une coulée tranquille, j'emploie un petit récipient en fer avec revêtement en plombagine ou en terre réfractaire. Sur le fond sont percés une dizaine ou une vingtaine de petits trous d'environ 6 millimètres de diamètre, exactement moulés à l'aide de bouchons coniques en bronze. Ce réservoir est pourvu d'un long manche à chaque bout, comme l'indique la coupe longitudinale de la figure 2. Le récipient repose, par l'intermédiaire de ces manches, sur les bâtis latéraux dans lesquels sont pratiquées à cet effet des encoches convenables.

Je ferai remarquer ici que le récipient doit être parfaitement sec et que sa surface intérieure doit, avant l'emploi, être chauffée au rouge. Dans ce but, il conviendra de placer, près des laminoirs, un

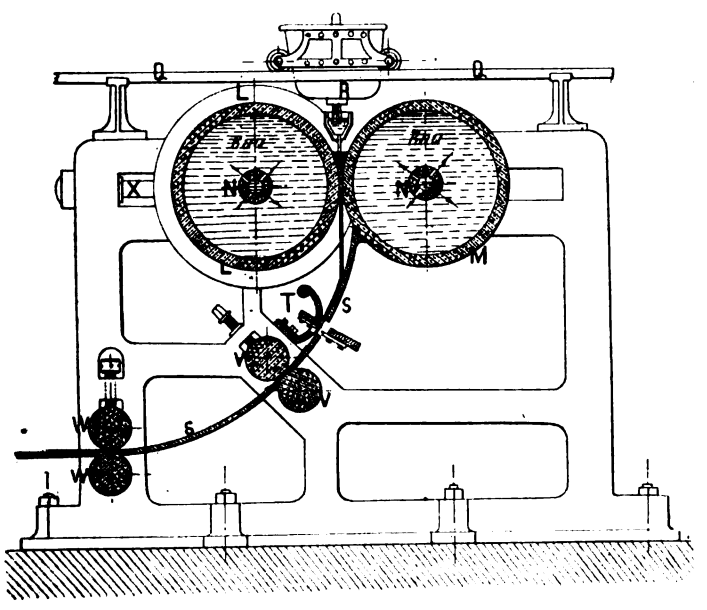


Fig. 2. — Coupe transversale de l'appareil.

petit fourneau dont la voûte présentera deux ou trois ouvertures rectangulaires de dimensions correspondant aux dimensions intérieures des récipients. Ceux-ci seront renversés au-dessus de ces ouvertures, et les produits de la combustion traversant librement les trous, amèneront la surface intérieure au rouge vif. Dans cet état on placera le récipient dans la position convenable sur le bâti du laminoir immédiatement après l'arrivée de la poche pleine de métal en fusion. Des rails Q placés sur les bâtis permettent de transporter la poche R montée sur roues, et d'amener le métal directement aux laminoirs, en quelque nombre qu'ils soient à la suite les uns des autres. La poche porte un ou plusieurs trous de coulée ordinaires, qui permettent de régler l'alimentation du récipient, et les différents petits filets qui tombent de ce dernier fourniront une quantité à peu près constante de métal, variant seulement avec la hauteur du bain, mode de réglage que l'ouvrier pourra utiliser avec avantage lorsqu'il aura acquis un peu d'expérience. Grâce à la faible hauteur du bain dans le récipient, les différents filets s'écouleront sans éclaboussure. Ces filets ne tomberont pas directement sur les cylindres, mais dans l'espèce d'entonnoir formé par la solidification d'une mince couche de métal contre la surface refroidie des cylindres, le métal étant complètement débarrassé des scories flottantes.

La vitesse des cylindres donne également un moyen de régler la quantité de métal à retenir entre eux, et comme une paire de cylindres de $1^m 20$ n'aurait besoin de faire qu'environ 4 tours par minute, on pourrait aisément installer une machine à grande vitesse avec un train d'engrenages différentiels, de manière à apporter instantanément à leur vitesse les faibles modifications qu'exige toujours le laminage. La mince feuille de métal, au moment où elle émerge au-dessous des cylindres, est reçue entre les guides courbes S et T ; sur ce dernier est boulonnée une lame tranchante U. Au-dessous du guide S se trouve une seconde lame susceptible d'avancer sous l'action d'une came pour couper la feuille en deux; la pièce ainsi tranchée en deux passe ensuite entre une seconde paire de cylindres V V, d'où elle descend par l'action de la gravité, et passe entre une troisième paire de cylindres WW; de là elle se rend à une table horizontale. On peut aussi la faire glisser sur un plan incliné animé d'un mouvement lent et conduisant à une citerne pleine d'eau, afin de refroidir et d'emmagasiner une tonne de tôle sans travail ni difficulté.

L'épaisseur qu'on peut obtenir pour les tôles variera avec les dimensions des cylindres; si l'on employait des tambours de 3 mètres ou de $3^m 60$ de diamètre, il est probable qu'on pourrait obtenir des épaisseurs de 10 millimètres et même davantage. L'espace intermédiaire

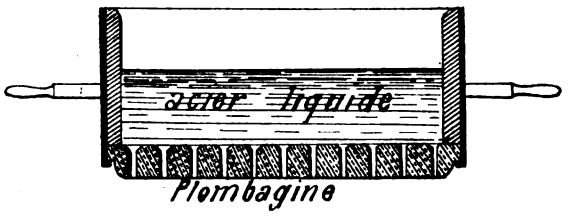


Fig. 3. — Réservoir d'alimentation.

entre des tambours d'aussi grand diamètre formerait une sorte de poche à bords presque parallèles avec $0^m 20$ ou $0^m 25$ de profondeur. Lorsqu'on produit des tôles d'acier dont l'épaisseur n'excède pas $0^m 025$, on pourrait penser qu'une tôle après trois passages seulement ne serait pas suffisamment travaillée pour avoir la même rigidité et la même cohésion que celles obtenues par les nombreux passages exigés dans le procédé actuel; mais on verra bien vite que les conditions de formation sont entièrement différentes.

L'acier doux fondu est une substance cristalline, et suit la loi de tous les corps de ce genre en ce que la dimension des cristaux dépend de la masse du liquide et du temps employé pour leur formation. Plus ce temps est considérable et plus grande est la masse, plus gros sont les cristaux obtenus; leurs plans de clivage sont aussi plus nettement définis, et se séparent plus facilement les uns des autres, c'est-à-dire qu'ils ont moins de cohésion. Un lingot fondu de $0^m 30$ de côté, reposant tranquillement dans un four, peut continuer sa cristallisation pendant 2 ou 3 heures, et fournir une structure à gros cristaux; mais en laminant de l'acier fluide par le procédé proposé, nous avons, au lieu d'un lingot de $0^m 25$, une feuille dont l'épaisseur est cent fois plus faible; et au lieu de 2 ou 3 heures employées pour le développement des cristaux, nous obtenons, en employant des cylindres de $1^m 20$, faisant 4 tours par minute, le passage de la fluidité absolue à la solidification complète en une demi-seconde, et avec une masse de 2 millimètres et demi d'épaisseur seulement; et, si les cristaux se produisent à un moment quelconque pendant la demi-seconde occupée par ce passage, ils doivent être microscopiques et ne posséder que bien peu des propriétés qui se développent dans les grands lingots pendant les heures où ils se refroidissent. Il me semble donc absolument probable que le métal fluide homogène se transformera en un corps non cristallin parfaitement homogène, et que ce dernier étant soumis, en rapide succession, à des pressions fluide, semi-fluide et solide, il développera toute la cohésion et la rigidité dont le métal est susceptible. On peut voir en même temps qu'avec l'emploi d'une poche au-dessus du cylindre, nous évitons la dépense et l'usure des moules, ainsi que le travail nécessaire pour leur relèvement et leur remise en place à chaque coulée; enfin l'emploi des fosses ou de fours à réchauffer, avec les frais de main-d'œuvre et de combustible qui les accompagnent. On supprime également les pertes qui proviennent des chutes de lingots, etc. On comprend que les tôles minces ainsi produites ne peuvent prendre aucune pellicule d'oxyde pendant l'unique minute où elles sont exposées à l'influence oxydante de l'atmosphère avant leur immersion dans l'eau, et qu'en raison de la suppression des bavures dans le laminage, il n'y ait qu'une faible perte de métal sous la cisaille.

En ce qui concerne la vitesse de production, supposons que le train soit constitué par une paire de cylindres de $1^m 20$ de diamètre, de $0^m 45$ de long, faisant 4 tours par minute, et disposés pour produire une tôle ayant une épaisseur initiale de $2^{mm} 5$ qui se réduira par le 3e train à $1^{mm} 25$; nous aurons ainsi, à la surface des premiers cylindres, une vitesse de 15 mètres par minute; on obtiendra donc au finissage 100 tôles de $0^m 45 \times 0^m 30$ et de $1^{mm} 25$ d'épaisseur, pesant 135 kilogr., ce qui correspond à une production d'une tonne en 7 minutes et demie. Nous sommes donc amenés à nous poser la question suivante : Quelle est la méthode la plus économique, étant donnée une coulée d'acier, de la couler en lingot massif, ou de la transformer en tôle mince par le procédé proposé ?

Foris.

Digitized by Google

CONSTRUCTIONS NAVALES

LANCEMENT DU CUIRASSÉ DE LIGNE LE "BRENNUS"

à Lorient, le 17 octobre 1891.

Le *Brennus*, construit sur les plans de M. Huin, Ingénieur de la Marine, est un cuirassé de ligne dont l'artillerie principale se compose de 3 canons de 34 centimètres, modèle 1887, et de 10 canons de 16 centimètres du même modèle, un grand nombre de pièces à tir rapide des divers calibres complèteront cette artillerie.

Deux des canons de 34 centimètres, réunis dans la même tourelle, sont placés à l'avant, le troisième dans une tourelle disposée à l'arrière. Ces tourelles sont tournantes et couvertes, protégées ainsi que leurs pivots et leurs monte-charges par d'épais blindages de 45 centitourelle à la tourelle *N* et de 40 centimètres à la mètres *R*.

Six des canons de 16 centimètres arment un fort central protégé par un blindage de 12 centimètres contre les projectiles à explosifs puissants. Des traverses et des cloisons longitudinales en tôle de forte épaisseur séparent l'une de l'autre ces six pièces pour limiter les ravages que pourraient faire les éclats de projectiles éclatant au delà de la muraille.

Les quatre autres canons de 16 centimètres sont placés isolément au-dessus du fort central, chacun dans une petite tourelle cuirassée tournante et couverte dont la protection est la même que celle du fort.

Les embases des cheminées passant dans le fort central sont par là même protégées.

Le pied des œuvres légères est protégé de bout en bout comme le fort central. Un caisson vide cloisonné règne en arrière de la muraille et fait cofferdam. L'entrepont au-dessus du pont cuirassé est divisé méthodiquement par l'aménagement en un grand nombre de compartiments étanches.

Le pont et la ceinture cuirassés sont construits dans les conditions de solidité des cuirassés qui ont précédé le *Brennus*, sauf des différences très légères nécessitées par la spécialité du type.

Les mêmes principes ont servi de point de départ pour la construction de la coque et l'aménagement général des fonds et superstructures.

Les machines motrices sont en construction à Indret. Elles développeront près de 14 000 chevaux. La vitesse dépassera 17 nœuds et demi.

Les chaudières sont fournies par la maison Belleville et Cie de Saint-Denis.

Les appareils hydrauliques pour la manœuvre de l'artillerie sont en construction à l'usine Farcot.

Le *Brennus* aura deux mâts militaires fortement armés, cinq tubes lance-torpilles et une protection complète par filets Bullivant.

Les dimensions du *Brennus* sont :

Longueur entre perpendiculaires	110 mètres.
— totale	114m 25
Largeur à la flottaison	20m 42
Tirant d'eau maximum	8 mètres.
Déplacement	10.983 tonneaux.

Le lancement du *Brennus* a été exécuté suivant la méthode si exactement décrite dans le *Génie Civil* (1) par notre regretté collaborateur M. Lisbonne, ancien directeur des constructions navales, et dont il a rapporté l'application au cuirassé le *Hoche* (2). Le *Brennus* n'est pas parti comme le *Hoche* lorsqu'on a coincé les grandes languettes des coulisseaux de l'avant, parce que l'humidité due aux pluies persistantes des semaines précédentes avait pénétré le bois de ces languettes qui se comprimaient un peu sous l'action des béliers et soulevaient l'avant moins énergiquement qu'elles ne l'avaient fait sur le *Hoche*.

Mais lorsque les grandes languettes eurent produit le maximum d'effort qu'elles pouvaient avoir ce jour-là, on fit agir les béliers pour larguer les tains secs. Ceux ci furent desserrés sans aucune difficulté, et le bâtiment commença à glisser sans que l'on eût à employer aucun des moyens préparés pour lui donner éventuellement une impulsion. L'accélération et ensuite l'arrêt du bâtiment se sont effectués dans des conditions qui sanctionnent une fois de plus les coefficients des formules employées à Lorient pour prévoir les différentes phases du mouvement et calculer les organes d'amortissement.

M. Barbey, Ministre de la marine, assistait à l'opération, qui a parfaitement réussi et qui fait un grand honneur à l'Ingénieur qui l'a dirigée.

F.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome IX, n° 23, p. 368.
(2) Voir le *Génie Civil*, tome IX, n° 24, p. 377.

CORRESPONDANCE

Sur la répartition du travail dans les compresseurs d'air.

L'emploi de l'air comprimé pour divers usages et en particulier pour la transmission de l'énergie à distance étant aujourd'hui fréquent, il importe de chercher les moyens les plus économiques de produire la compression. On sait que, pour plusieurs raisons, il est avantageux de procéder *en cascade*, c'est-à-dire d'obtenir la pression finale, lorsque celle-ci doit être un peu élevée, par plusieurs étapes intermédiaires, chaque compresseur n'ayant à augmenter la pression que d'une fraction de l'accroissement total à obtenir. Pour que les machines motrices, à vapeur ou autres, actionnant les compresseurs, travaillent dans les meilleures conditions, il faut que le travail dépensé dans chacune des compressions intermédiaires soit le même pour toutes. La détermination des pressions successives à obtenir se fait alors facilement.

Si l'on appelle p_o la pression initiale (qui sera ordinairement celle de l'atmosphère), P la pression à obtenir définitivement, et $p_1, p_2 \ldots . p_n$ les pressions produites par les compresseurs successifs ($p_n = P$), le travail nécessaire pour faire passer l'air de la pression p_o à la pression p_1, qui doit être demandé au premier compresseur sera, par unité de poids du gaz dont v_o représente le volume initial :

1° Si la compression se fait à température constante :

$$T_1 = p_o v_o \text{ log. nép. } \frac{p_1}{p_o}.$$

2° Si la compression se fait suivant la loi adiabatique :

$$T_1 = p_o\, v_o \frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p_1}{p_o}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right].$$

(k désigne la constante spécifique des gaz $k = 1.41$).

D'une manière générale, on peut représenter par :

$$T_1 = p_o v_o f\left(\frac{p_1}{p_o}\right)$$

le travail de ce premier compresseur, en appelant $f\left(\frac{p_1}{p_o}\right)$ une fonction quelconque du rapport $\frac{p_1}{p_o}$ des pressions finale et initiale dans cette première opération. Le travail du second compresseur sera alors exprimé par :

$$T_2 = p_1 v_1 f\left(\frac{p_2}{p_1}\right).$$

Si, après la première compression, on ramène le gaz à une température initiale, $p_1 v_1$ sera égal à $p_o v_o$ et

$$T_2 = p_o v_o f\left(\frac{p_2}{p_1}\right);$$

et ainsi de suite. Pour que les travaux T_1, T_2, ... nécessaires à chaque compression soient égaux entre eux, il faut donc que :

$$\frac{p_1}{p_o} = \frac{p_2}{p_1} = \ldots . = \frac{p_n}{p_{n-1}}.$$

Tous ces rapports, égaux entre eux et en nombre n sont égaux chacun à la racine $n^{ième}$ de leur produit, ou :

$$[1] \qquad \frac{p_1}{p_o} = \frac{p_1}{p_2} = \ldots . = \sqrt[n]{\frac{P}{p_o}}.$$

Equation qui détermine les valeurs des pressions à produire par les compresseurs successifs.

Si, par exemple, on veut comprimer à sept atmosphères effectives, soit à la pression absolue de huit atmosphères, de l'air atmosphérique au moyen de trois compressions successives, les pressions intermédiaires devront être :

$$p_1 = p_o \sqrt[3]{8} = 2\, p_o \quad \text{et } p_2 = 2\, p_1 = 4\, p_o$$

ou bien 2 et 4 atmosphères. L'air étant ramené à sa température initiale après chaque compression, son volume sera, avant la seconde compression la moitié, avant la troisième le quart de ce qu'il était à l'origine, et les volumes des cylindres compresseurs successifs devront être dans la même proportion $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ ou bien 4 : 2 : 1. Les diamètres de ces cylindres, si les pistons ont même course devront donc être proportionnels à $2 : \sqrt{2} : 1$ ou bien 2 : 1,414 : 1.

Pour que la règle exprimée par l'équation [1], soit applicable, il faut que le travail de compression puisse se représenter, comme on l'a supposé, par une fonction du *rapport* des pressions finale et initiale. Il en est ainsi dans les deux hypothèses théoriques rappelées plus haut et définies par les relations suivantes entre la pression p du gaz et le volume v de l'unité de poids :

$$[2] \qquad pv = \text{const. (Loi de Mariotte)},$$

quand la compression est isothermique, et :

$$[3] \qquad pv^k = \text{const. (Loi de Poisson)},$$

quand elle est adiabatique.

Le résultat est indépendant de la valeur du coefficient k et il serait le même si la compression s'effectuait suivant une loi exprimée par l'équation [3] dans laquelle on donnerait à k une valeur intermédiaire entre 1 et 1,41, comme l'a supposé M. Joseph François pour représenter ce qui se passe dans les compresseurs refroidis intérieurement par injection d'eau.

Le même résultat, exprimé par l'équation [1] se trouverait encore si la compression du gaz s'effectuait, comme l'a supposé M. Riedler, dans des conditions telles que le travail nécessaire pour la produire serait la moyenne arithmétique de ceux qui correspondent à l'hypothèse isothermique et à l'hypothèse adiabatique, c'est-à-dire si l'on avait :

$$T_1 = \frac{1}{2} p_o v_o \left\{ \text{Log. nép. } \frac{p_1}{p_o} + \frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p_1}{p_o}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]\right\}.$$

car cette expression est de la forme $p_o v_o f\left(\frac{p_1}{p_o}\right)$, ce qui est la seule

Digitized by Google

hypothèse qui ait été faite pour arriver à l'équation [1]. Il en serait encore de même si le travail de la compression pouvait s'exprimer d'une manière quelconque en fonction des travaux correspondant à ces deux hypothèses ; ce qui donnerait toujours une équation rentrant dans la forme :

$$T_1 = p_0 v_0 f\left(\frac{p_1}{p_0}\right).$$

Il y a donc bien des chances pour que, quelle que soit la loi inconnue suivant laquelle s'effectue la compression et qui est intermédiaire entre ces deux hypothèses extrêmes, il y ait avantage, au point de vue de la régularité de la marche des machines motrices, à régler les pressions intermédiaires, et par suite les dimensions des cylindres des compresseurs, d'après la loi exprimée par l'équation [1].

A. FLAMANT,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

INFORMATIONS

Exposition vinicole, viticole, industrielle, horticole et des beaux-arts de la ville de Béziers.

La ville de Béziers, voulant répondre aux insinuations dirigées contre les vins du Midi, a décidé d'ouvrir, le 1er avril prochain, une Exposition vinicole où tous les vins de l'arrondissement de Béziers seraient soumis à la dégustation des marchands et des consommateurs.

Béziers devait à son ancienne réputation d'inaugurer la première exposition de ce genre avec tout l'éclat possible. Ses vins et ses eaux-de-vie faisaient autrefois de son marché hebdomadaire le régulateur du prix de tous les marchés vinicoles français. Dans ses murs affluaient chaque semaine une quantité d'acquéreurs de toutes les régions.

C'est là ce qu'on veut faire revivre : « Il faut affirmer, a dit M. le Maire en inaugurant l'installation des diverses commissions, la puissance vinicole de notre région et prouver aux plus incrédules que notre vignoble est entièrement reconstitué ; que nous sommes en mesure, comme autrefois, de fournir à la grande consommation des millions d'hectolitres de vin d'excellente qualité.

» Nous le pouvons victorieusement, grâce au concours dévoué de tous nos compatriotes. C'est le meilleur moyen de revoir dans nos murs ces marchés importants, interrompus pendant la crise phylloxérique. »

Pour augmenter l'attrait de l'exposition vinicole et en faire une œuvre d'intérêt général où chaque visiteur trouvera profit et agrément, il sera joint à l'exposition des vins une exposition des produits des industries se rattachant à la viticulture, une exposition horticole et maraîchère, une exposition des beaux-arts et un concours musical, où seront conviées toutes les musiques de France.

L'exposition de l'industrie viticole recevra tous les produits compris dans les cinq groupes ci-dessous.

Ces produits seront reçus dans de vastes emplacements couverts ou en plein vent, décorés pour la circonstance.

Tous les constructeurs français sont admis à ce concours. Ils n'ont qu'à demander à l'administration municipale l'emplacement qu'ils croient leur être nécessaire et le règlement adopté.

Voici la classification des Instruments, Produits et objets pouvant figurer à l'Exposition viticole et industrielle :

Premier groupe. — Matières et objets utiles et nécessaires à la viticulture : Engrais, amendements, soufre, poudres et produits anti-cryptogamiques et anti-phylloxériques. Drains, tuyaux de submersions et clôtures diverses, charbons, etc., etc.

Deuxième groupe. — Machines et instruments viticoles : Treuils, locomobiles, moulins à vent, charrues diverses, brancards, pioches et outils de simple défoncement et de nivellement, sécateurs et serpettes, greffoirs, etc.

Troisième groupe. — Instruments pour combattre les diverses maladies de la vigne : Soufflets et hottes, pulvérisateurs divers, pals injecteurs et autres appareils pour la diffusion du sulfure de carbone et des sulfo-carbonates, etc.

Quatrième groupe. — Appareils de vendange : Seaux, comportes, charrettes et tombereaux, chemins de fer, égrappoirs, fouloirs, grues, pressoirs et monte-charges, bourrelerie, etc.

Cinquième groupe. — Appareils de vinification et ustensiles de cave : Vaisselle vinaire, pompes diverses, robinets, clapets, siphons, filtres, bascules, appareils de chauffage et de distillation des vins, tuyauterie, alcoomètres, densimètres, etc., etc.

Sixième groupe. — Reconstitution du vignoble : tous les porte-greffes, les plants greffés soudés. Les producteurs directs américains, les hybrides franco-américains, etc.

GROUPE SPÉCIAL

Septième groupe. — Plans graphiques d'exploitation viticole. Manuels pratiques d'enseignement viticole.

L'éclairage des trains par l'électricité.

Un singulier accident, dit le *Journal of Gas Lighting*, s'est produit récemment dans le train de 9 h. 17 du *Great Northern*, de Barnet à Moorgate Street.

Les voitures de cette ligne sont éclairées par l'électricité. Le courant est fourni par une dynamo placée dans un compartiment spécial du fourgon de queue.

Peu après le départ du train de la station de Finchby, le chef de train s'aperçut que des flammes sortaient du compartiment de la machine électrique et que les boiseries étaient enflammées.

En ouvrant la valve à air du frein, il arrêta le train et les hommes d'équipe parvinrent à éteindre le feu. Un télégramme fut aussitôt envoyé à Finsbury Park pour qu'un électricien vînt visiter le train.

On reconnut alors que la dynamo était intacte et on put obtenir de la lumière pour le reste du voyage.

On suppose que le feu a pris naissance à la suite d'un frottement anormal d'un des organes de la dynamo, frottement qui aurait produit une élévation de température suffisante pour mettre le feu à la boiserie du compartiment.

Nouvelle extension du chemin de fer métropolitain à Londres.

Le système des chemins de fer métropolitains de Londres se compose, on le sait, de deux ellipses à peu près concentriques qui laissent naturellement le centre de la ville sans communication rapide.

Le correspondant à Londres du *Journal des Débats* annonce que le succès du chemin de fer électrique tubulaire de la Cité à Stockwell a démontré la possibilité d'établir un chemin de fer qui relierait le grand axe du métropolitain actuel et irait de Hyde-Park à la Cité, c'est-à-dire en traversant le centre de Londres, de l'ouest à l'est, sous Oxford street, et les voies qui prolongent cette rue, et un projet dans ce sens a été déposé au Parlement et soumis à l'examen de comités spéciaux des deux Chambres. Le comité de la Chambre des Lords a adopté le principe du bill. La construction du Central London Railway est donc maintenant assurée et la population londonienne aura un moyen de communication rapide et à bon marché qui lui manque actuellement ; rapide, car on ira de Hyde-Park à la Cité en quinze minutes, et à bon marché, car la Compagnie s'est engagée à faire circuler tous les jours trois trains, dits d'ouvriers, dans chaque sens, au tarif uniforme de 1 penny (10 centimes), quelle que soit la distance parcourue.

La falsification des diamants.

On s'occupe beaucoup en ce moment de l'affaire des diamants jaunes du Cap, ramenés à l'éclat blanc par l'addition d'un peu d'aniline. Dans le temps, cette fraude avait fait beaucoup de bruit. Elle vient d'être reprise, paraît-il, et cette fois, non plus pour une simple parure, mais pour des quantités considérables de diamants, plus de 25 millions de francs, dit-on.

D'après la *Revue internationale des falsifications*, les coupables seraient de gros marchands belges. Plus de vingt marchands de Paris auraient été trompés et auraient, par suite, inconsciemment, vendu à leurs clients des diamants à 25, 30 % au-dessus de leur valeur réelle.

Se plaçant à un point de vue purement scientifique, il a paru intéressant à un chimiste, M. Gilon, de rechercher si réellement le maquillage des diamants était possible ; si, sans rien lui ôter de son éclat, il changeait absolument l'aspect de la pierre au point de lui donner une plus-value considérable ; si, enfin, son effet était durable. Etant donnée la nature inattaquable même du diamant taillé, absolument imperméable, d'une limpidité idéale, M. Gilon a été surpris du résultat positif de ses expériences.

Voici comment l'auteur a procédé, d'après la *Revue Scientifique* et le *Journal de pharmacie et de chimie* :

Se fondant sur ce principe d'optique que le violet est la couleur complémentaire du jaune, M. Gilon fit une solution alcoolique d'aniline violette. Il songea qu'il fallait peut être joindre à la solution une substance qui pût faire office de mordant ou plutôt d'adhésif. Il jeta donc dans la solution quelques grammes de benjoin, et, ayant fait subir un bain à un diamant jaune, constata en le retirant qu'il était devenu blanc ; mais il avait perdu de son éclat. Alors, faisant une solution plus étendue d'aniline, il en trempa quelques secondes un autre brillant jaune et l'en retira blanc, éclatant de tous ses feux, après avoir été séché sur l'ouate hydrophile. Quinze jours après, sa pierre, perdue au milieu de tout un lot, n'avait rien perdu de la blancheur factice qu'il lui avait donnée, et l'œil le plus exercé ne pouvait rien suspecter. M. Gilon n'a pas de raison de croire que dans un an il se sera produit un changement.

De ces essais il résulte donc que la fraude est parfaitement possible. Elle est possible, en effet, car si le vendeur, pour les nettoyer, lave parfois ses pierres à l'acide nitrique, il n'est pas d'usage de faire subir sur le marché un bain quelconque aux diamants. On les achète à vue.

En examinant à la loupe la pierre teinte, on n'aperçoit pas la moindre couche, le moindre nuage sur les facettes. Les frictions à la peau de chamois, à la toile, n'ont rien enlevé à la teinte. Il n'y a, peut-être, qu'un moyen d'expliquer l'action réellement merveilleuse de la teinture, c'est d'admettre qu'elle imprègne uniquement la crête tranchante qui fait le pourtour de la pierre et qu'on appelle le *rondis* en terme du métier. C'est la seule partie de la pierre, presque imperceptible, qui ne soit pas polie.

Il est donc prudent que les négociants, avant d'acheter, plongent les diamants blancs dans un bain d'alcool. Cependant, à la suite d'essais tout récents, M. Gilon est parvenu à fixer la teinte de telle sorte qu'un lavage à l'alcool ne peut plus l'enlever ; mais la teinte ne résiste pas toutefois au lavage à l'eau-forte.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 2 octobre 1891.

Présidence de M E. Polonceau.

Les moteurs à gaz et le nouveau moteur système Niel. — M. Aug. Moreau rappelle les développements qu'ont pris les moteurs à gaz depuis l'Exposition de 1867, où trois modèles seulement étaient réunis, jusqu'à la dernière Exposition, qui contenait cinquante-trois modèles différents; il rappelle également les avantages spéciaux qui expliquent ces développements; les avantages ne sont pas seulement pratiques, tels que la facilité d'installation et de surveillance; ils sont aussi théoriques: le moteur à gaz a, en effet, au point de vue technique, un rendement sensiblement double de celui de la machine à vapeur. Relativement au rendement lumineux, le moteur à gaz peut encore produire, ainsi que l'a montré M. Aimé Witz, une économie singulière: il est préférable, au lieu de consommer directement le gaz dans un brûleur éclairant, de l'utiliser comme source calorifique à produire la lumière par l'intermédiaire d'un moteur, d'une dynamo et d'une lampe électrique; cela tient à ce que le rendement du gaz est supérieur à son rendement lumineux, ce qui est l'inverse pour l'électricité.

M. Aug. Moreau étudie ensuite le moteur système Niel. C'est un moteur qui suit le cycle à quatre temps indiqué dès 1852 par Beau de Rochas, utilisé pour la première fois par Otto en 1876, et d'un usage si répandu aujourd'hui. On sait que ces quatre périodes sont: 1° aspiration du mélange de gaz et d'air; 2° compression de ce mélange; 3° expansion; 4° expulsion des produits de la combustion.

Il n'y a ainsi une explosion utile que tous les deux tours de volant; mais il y a économie de gaz. Le moteur Niel est à un seul cylindre. M. Moreau y signale principalement le système de distribution, disposé de telle sorte qu'on peut caler sur l'arbre deux volants symétriques et obtenir ainsi une grande régularité; puis le régulateur qui permet de faire varier d'un moment à l'autre l'allure du simple au double.

Discussion du projet de Paris-Port-de-Mer. — M. Molinos présente quelques observations sur ce projet; il rappelle les préoccupations relatives aux intérêts de Rouen et discute les chiffres de M. Bouquet de La Grye ayant trait à l'augmentation du trafic qu'apportera le canal — dont la profondeur devrait, selon lui, atteindre 8 mètres — et ayant trait au prix d'exécution de ce canal. L'étude de cet important projet sera poursuivie dans une prochaine séance, par MM. Vauthier et Bouquet de La Grye.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 5 octobre 1891.

Agriculture. — *Sur les variations de composition des topinambours, au point de vue des matières minérales.* Note de M. G. Lechartier.

Les études de M. Lechartier ont été poursuivies pendant cinq années dans le champ d'expériences de la station agronomique de Rennes. Quatre carrés, d'un are chacun, étaient réservés à la culture des topinambours.

Le carré n° 1 est resté sans engrais; les autres ont reçu constamment les mêmes principes minéraux; le carré n° 2, du superphosphate ou du phosphate précipité; le n° 3, du chlorure de potassium; le n° 4, le mélange de ces deux engrais. On n'a pas donné à la plante d'engrais azotés. La moyenne des cinq récoltes en tubercules lavés a été, à l'hectare:

Sans engrais.	14.312 kilogr.
Engrais phosphaté.	13.559 —
Engrais potassique.	26.508 —
Engrais phosphaté et potassique . .	27.978 —

Le sens des résultats n'a pas varié pendant les cinq années.

La récolte, produite sous l'influence des phosphates, n'est pas plus élevée que sur le terrain laissé sans engrais. L'effet du chlorure de potassium est considérable. Le sol contenait donc une réserve en acide phosphorique assimilable, tandis qu'il n'était pas en état de fournir assez de potasse pour le développement d'une récolte normale. Ces faits caractérisent nettement les qualités de la terre en expérience.

Après avoir présenté l'analyse des différentes parties de la plante, feuilles et tubercules, l'auteur examine l'influence des agents atmosphériques et l'influence de l'engrais, et il montre que, lorsque les deux influences, engrais et agents atmosphériques, s'ajoutent, on se trouve en présence de variations de composition très notables; mais elles sont toujours plus faibles dans les tubercules que dans les feuilles.

Les plantes provenant de récoltes à rendements élevés peuvent contenir par kilogramme moins d'acide phosphorique et de potasse qu'il n'y en a dans la même plante empruntée à une récolte de faible rendement. Malgré ce fait, la quantité totale de matière assimilée par la récolte entière varie toujours dans le même sens que le rendement. Quoi qu'il en soit, les seuls résultats de l'analyse d'une plante peuvent donc ne pas renseigner exactement sur les défauts ou les qualités de la terre qui l'a produite.

Électricité. — *Sur la valeur de la tension électrostatique dans le diélectrique.* Note de M. L. de la Rive, présentée par M. Poincarré.

Dans cette note, M. de la Rive démontre que la valeur de la tension, dans le diélectrique, est celle que l'on obtient en calculant la quantité de mouvement du fluide électrique supposé incompressible.

G. Petit,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'HYGIÈNE

Le banquet de la Société française d'hygiène vient d'avoir lieu au Lyon d'Or, sous la double présidence de M. de Quatrefages, de l'Institut, et du docteur Chevandier, député de la Drôme. A l'issue du banquet, des médailles ont été décernées aux lauréats du dernier concours de la Société d'hygiène, qui avait prescrit le sujet suivant : « Premiers soins à donner aux blessés avant l'arrivée du médecin. »

Voici les noms des lauréats :

Médailles de vermeil : MM. le docteur A. Plicque, médecin de la Compagnie du Nord; Henri Boudaille, interne des hôpitaux.

Médailles d'argent : MM. les docteurs Courtade, ancien interne des hôpitaux; A. Quinard (de Beaune).

Médailles de bronze : MM. les docteurs Venanti (de Florence); Sejournet; Saintu; Larenaudie (de Tulle); Gasparine de Bergaux.

M. le Dr de Pietra-Santa, à l'infatigable et savante activité duquel la Société française d'hygiène doit sa création et son succès, et notre collaborateur M. Cacheux ont pris la parole d'une façon intéressante à cette réunion.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire spécial des Chemins de fer belges, par M. Félix Loisel, Ingénieur civil, secrétaire de la Conférence des chemins de fer belges, 14e année. Emile Bruylant, éditeur, Bruxelles. — Prix : **10** francs.

Cette annuaire, bondé de renseignements très utiles, comporte dans son ensemble deux parties bien distinctes: l'une spéciale aux affaires belges, l'autre concernant un grand nombre d'affaires internationales.

La partie spéciale aux affaires belges contient des documents législatifs et judiciaires sur les chemins de fer, les expropriations, les Sociétés anonymes et les travaux publics, ainsi que des renseignements financiers sur les valeurs des chemins de fer belges. Les nombreux rapports que nous avons en France avec la Belgique font que, dans bien des cas, cette première partie peut être consultée avec fruit par les hommes d'affaires.

La seconde partie renferme une statistique fournissant un nombre considérable de renseignements sur l'exploitation technique et commerciale des chemins de fer en Belgique, en France, dans les Pays-Bas, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Espagne, dans le Grand-Duché de Luxembourg, en Italie, en Suisse, dans les États-Unis d'Amérique, en Portugal, en Angleterre, en Écosse et en Irlande.

Le présent annuaire de M. Loisel, comme ses devanciers, ne peut être que parfaitement accueilli par toutes les personnes qui s'occupent de l'exploitation des chemins de fer et qui comparent ce qui se passe dans les divers pays, car, en un seul volume, elles trouvent des renseignements qu'elles ne pourraient recueillir qu'en compulsant de nombreux écrits en diverses langues.

Manuel du serrurier, du chaudronnier en fer, de l'architecte-maçon, du menuisier-modeleur, volumes illustrés, 300 pages. E. Flammarion, éditeur, rue Racine, Paris. Prix du volume : **0** fr. **75.**

M. Yves Guédon, Ingénieur, a été chargé par l'éditeur Flammarion de la direction d'un travail d'ensemble dans lequel il doit passer en revue tous les métiers, sous la forme de petits manuels. Ces manuels sont intercalés dans la *Bibliothèque pour tous*, encyclopédie qui comprendra toutes les connaissances usuelles et courantes, tout ce qui peut meubler l'esprit et accroître les notions acquises.

On trouvera dans la *Bibliothèque pour tous*, en dehors des œuvres purement littéraires qui ont fait le succès de la collection du même éditeur, *les Auteurs célèbres*, des traités concernant la médecine, l'hygiène, le sport, l'art militaire, l'astronomie, l'industrie mécanique, les sciences, les métiers manuels, et dans un autre ordre d'idées, les jeux de salon, de société, des traités de danse, de cuisine, etc. L'ensemble constituera une œuvre de vulgarisation utile par les livres à bon marché.

Nous ne parlerons ici que des œuvres ayant trait à la construction mécanique. La librairie industrielle manquait de livres à bon marché, pouvant initier aux connaissances techniques indispensables, les élèves des écoles professionnelles, de plus en plus nombreux, les apprentis qui suivent les cours du soir, les adultes désireux de compléter leur instruction, bref la catégorie si intéressante des travailleurs de toutes les branches de l'industrie.

Le bon accueil fait à la 1re série de ces livres, comprenant : *le Serrurier, le Chaudronnier en fer, l'Architecte-maçon, le Menuisier-modeleur,* a engagé l'éditeur à continuer. Une 2e série comprenant : *les Machines à vapeur, les Chaudières à vapeur, les Moteurs à gaz, le Vélocipédiste*, est à l'impression.

Nous signalerons ces ouvrages, par la suite, au fur et à mesure de leur publication.

La Chaleur, leçon élémentaire sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie, par J. Clerk Maxwell, professeur de physique à l'Université de Cambridge. Édition française d'après la huitième édition anglaise, par M. G. Mouret, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, précédée d'une préface par M. A. Potier, Ingénieur des Mines, professeur de physique à l'École polytechnique. — B. Tignol, éditeur, Paris. — Prix : **6** francs.

Cet ouvrage se recommande d'une façon toute particulière à l'attention du monde savant et aussi des praticiens. Maxwell a tenu avant tout à ce que son ouvrage fût à la portée de tous, aussi bien des artisans que des étudiants qui suivaient ses cours de l'Université de Cambridge. Il a donc cherché la clarté et la simplicité, et il y est arrivé. Il est très sobre de descriptions d'appareils, il évite avec soin les longs calculs, les notions algébriques les plus élémentaires suffisent au lecteur, mais il fait un grand usage des méthodes graphiques de représentation. M. Potier, le savant professeur de physique de l'École Polytechnique, fait le plus grand éloge de ce livre dans la préface qui est en tête du volume. Quant à nous, nous pensons que l'ouvrage de Maxwell pourra rendre service à toutes les personnes qui veulent se rendre compte des théories récentes sur la chaleur, mais qui sont effrayées à l'aspect des longs calculs et des descriptions d'appareils que renferment presque tous les traités spéciaux.

Code des valeurs à lots. — Attribution de l'indemnité, par M. Maurice Dumont, avocat, docteur en droit. — *Notice sur les procédés de tirage*, par M. Lucien Louvet, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Pédone-Lauriel, éditeur, Paris. — Prix : **3** fr. **50.**

Les valeurs à lots, ainsi que l'attribution de l'indemnité d'assurance, donnent lieu, en pratique, à un grand nombre de difficultés que M. Dumont s'est proposé de résoudre, et en le lisant on reconnait qu'il a parfaitement réussi dans la tâche qu'il s'était imposée. Le même volume contient encore une étude intéressante sur les procédés de tirage, par M. Louvet. Ce volume fait partie de la *Petite Encyclopédie juridique* que publie M. Pédone-Lauriel.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 2. N° 492 Samedi 14 Novembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussee-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Travaux du chemin de fer pour navires dans l'isthme de Chignecto (Nouvelle Écosse), p. 17 ; — Les travaux du canal de la Baltique (*suite et fin*) (*planche II*), p. 18. — **Chimie industrielle** : Les couleurs d'aniline, p. 19 ; G. Moreau. — **Métallurgie** : Propriétés physiques et chimiques du coke métallurgique (*suite et fin*), p. 21 ; P. Rossigneux. — **Constructions navales** : La modification des torpilleurs de 35 mètres, p. 23 ; Gérard Lavergne ; — Réparation en mer de l'arbre d'un grand paquebot, p. 24. — **Électricité** : Le monte-escaliers électrique, p. 24 ; F. Desquiens. — **Physique industrielle** : Aéro-humecteurs, système A. Schmid et A. Koechlin, p. 25 ; F. Delannoy. — **Hydraulique** : Nouveau traité d'hydraulique, par M. A. Flamant, p. 26 ; Foris. — **Chemins de fer** : Les grandes vitesses sur les voies ferrées. Le train d'essai de la Compagnie du Nord entre Paris et Calais, p. 28. — **Jurisprudence** : Chronique de Jurisprudence, p. 29 ; Cunisset-Carnot. — **Correspondance** : Fermeture automatique des portières des voitures à voyageurs sur les chemins de fer, p. 29 ; F. Lasserre. — **Informations** : Dosage volumétrique du cuivre, p. 30 ; H. Vignal ; — Vélocipède fonctionnant par le poids du corps, p. 31 ; — L'Office du Travail, p. 31.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 16 octobre 1891, p. 32 ; P. Jannettaz.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 32.

Planche II : Canal de la Baltique.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX DU CHEMIN DE FER POUR NAVIRES
dans l'isthme de Chignecto (Nouvelle-Ecosse).

Nous avons déjà indiqué sommairement dans le *Génie Civil* (1) l'ensemble du projet de chemin de fer pour navires que M. Ketchum, Ingénieur canadien, a étudié et commencé à exécuter dans l'automne de 1888. Ce chemin de fer doit transporter de la baie de Fundy à la baie Vèrte, sur l'isthme de Chignecto, les navires qui passent du golfe de Saint-Laurent dans l'Atlantique, en leur évitant de contourner la presqu'île de la Nouvelle-Ecosse, et en épargnant ainsi un parcours de 600 milles marins à la navigation côtière (fig. 2).

L'isthme, dans sa partie la plus étroite, n'a qu'une largeur de 27 kilomètres. Depuis longtemps, on avait projeté de la couper par un canal, mais on avait été arrêté par les difficultés résultant des différences de hauteurs et d'heures que présentent les marées aux deux extrémités. Elles sont, en effet, de 6m 30 plus fortes en hautes mers, et de 5m 40 plus basses en basses mers dans la baie de Fundy que dans le golfe de Saint-Laurent, et la hauteur moyenne dans la première atteint 10m 85 tandis qu'elle ne dépasse pas 1m 65 dans le second. On redoutait, en outre, que les envasements qui se produisent sur les rives de la baie de Fundy, dont les eaux sont très chargées de sédiments, ne rendissent très difficile l'entretien d'un canal maritime. Ces inconvénients ont déterminé l'adhésion du gouvernement canadien au projet de chemin de fer de M. Ketchum, et sa participation à l'entreprise par une subvention annuelle de 50 000 francs pendant 20 ans. Après l'approbation donnée à l'œuvre par Sir John Fowler et Sir Benjamin Baker, constructeurs du pont du Forth, le Gouvernement a signé, en 1886, un contrat d'entreprise avec MM. Meiggs and Son, qui ont commencé les travaux à la fin de 1888.

Comme nous l'avons déjà dit, la distance entre le bassin Cumberland, au fond de la baie de Fundy, et celui de Tidnish, sur la baie Verte, est de 27 kilomètres. Les conditions favorables que présente le

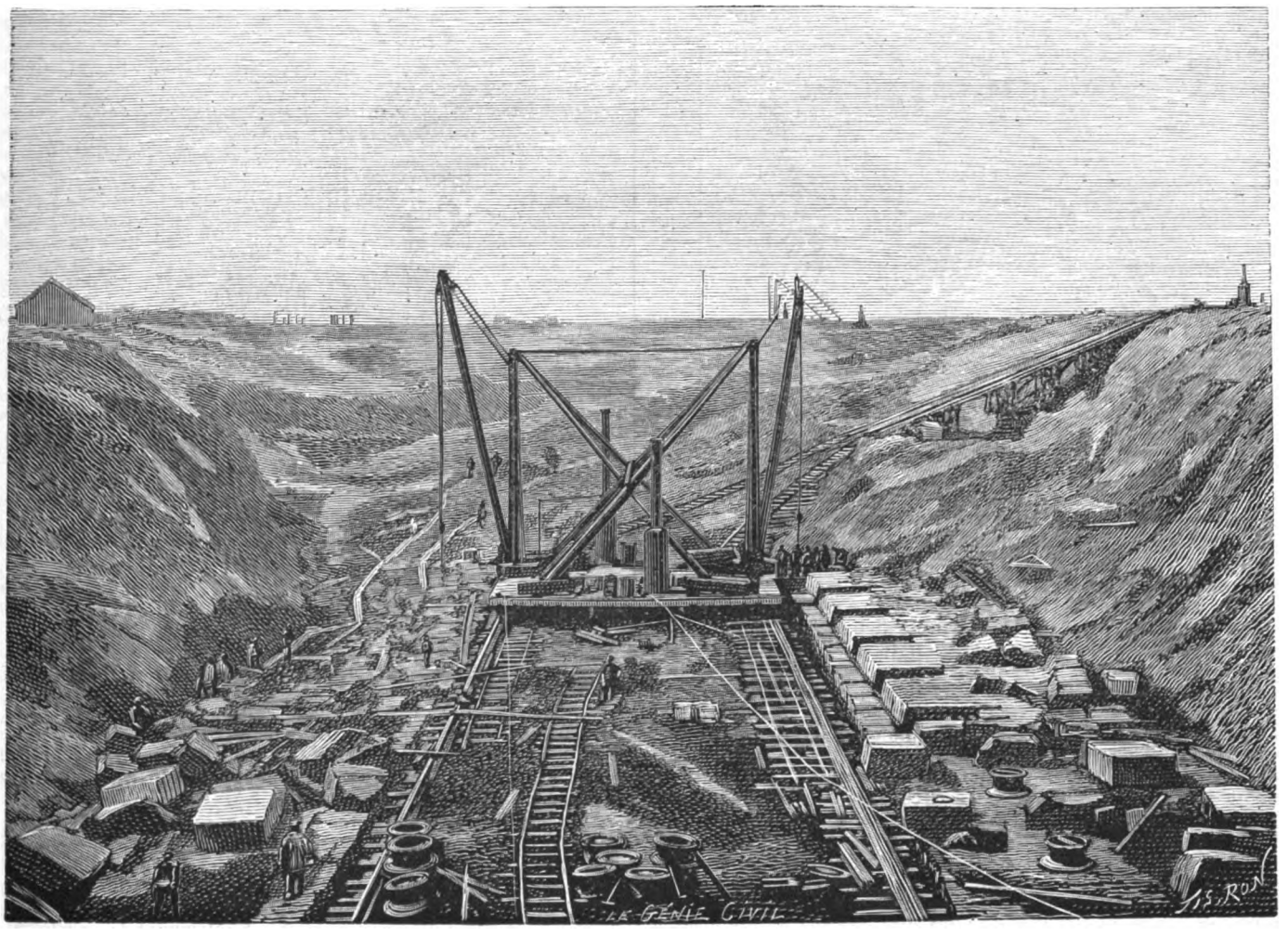


Fig. 1 — Travaux du chemin de fer pour navires dans l'isthme de Chignecto (Nouvelle-Écosse). Construction des docks d'Amherst (Baie de Fundy).

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XV, n° 25, p. 600.

Digitized by Google

terrain ont permis d'établir la voie en droite ligne, les rampes maxima n'excèdent pas 2 millimètres par mètre et sont peu nombreuses. Mais on a éprouvé quelques difficultés pour donner à la voie une bonne assiette, notamment à la traversée des marais de Trautamar où on a dû l'établir sur un sous-sol artificiel en enrochements ; sur d'autres points, où l'on avait à franchir des terrains tourbeux, on a enlevé toute la tourbe pour arriver au bon sol. Les terrassements n'ont, d'ailleurs, pas été très considérables, sauf dans la tranchée qui aboutit au terminus de Tidnish, et qui a nécessité un déblai de 400 000 mètres cubes.

La voie a été établie pour porter des navires de 2 000 tonnes nettes ; elle est double avec un écartement de $5^m 40$ d'axe en axe des files de rails ; la plate-forme a 12 mètres de largeur. Les rails sont en acier et pèsent 55 kilogr. au mètre courant. Ils ont $0^m 156$ de hauteur ; les traverses ont $2^m 70 \times 0^m 175 \times 0^m 300$, sauf aux joints où leur longueur atteint $8^m 10$, de manière à relier les quatre files de rails. L'une des voies est actuellement à moitié achevée.

Les locomotives, construites au Canada, ont 8 roues accouplées et sont sans bogies. Les dimensions des cylindres sont de $0^m 55$ pour le diamètre et de $0^m 65$ pour la course. Les chaudières ont $1^m 475$ de diamètre, 250 tubes, une surface de chauffe de 157 mètres carrés. Elles sont timbrées à $12^{kil} 5$. Les roues ont $1^m 175$ de diamètre. Les réservoirs d'eau des tenders contiennent 15 mètres cubes et le poids total de ces machines atteint, en ordre de service, 81,5 tonnes entièrement utilisables comme poids adhérent.

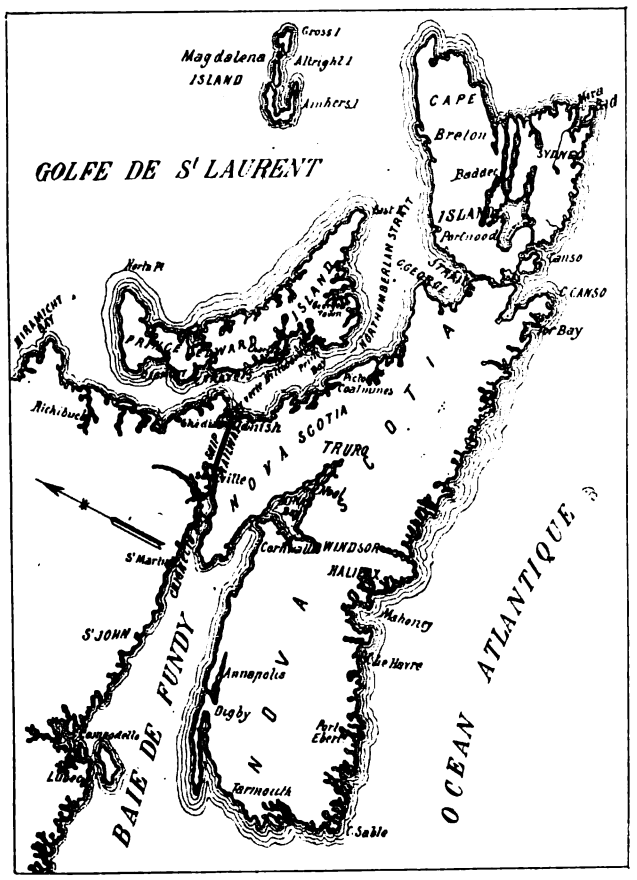


Fig. 1. — Tracé du chemin de fer pour navires.

La construction des docks nécessaires aux deux bouts de la ligne est poussée activement. Chacun d'eux aura 150 mètres de longueur, 90 mètres de largeur et 12 mètres de profondeur, et pourra recevoir de six à dix navires de divers tonnages. Ils serviront d'accès aux docks de levage établis en maçonnerie sur une longueur de 75 mètres et une largeur de 18 mètres, dimensions qui permettent de recevoir les plus grands navires à aubes qui fréquentent ces parages. Celui d'Amherst (baie de Fundy) est fermé par une porte d'écluse de 18 mètres de largeur et de 9 mètres de hauteur ; celui de Tidnish (baie Verte) est ouvert, en raison des faibles oscillations des marées qui ne dépassent pas 2 mètres. Chacun d'eux est pourvu d'ascenseurs du même type que ceux de Bombay et de Malte, mus par 20 presses hydrauliques.

Le bers est analogue, comme dispositions générales, à un pont métallique à double voie ; il repose sur des caissons étanches où l'on peut introduire l'eau pour le couler sous le navire et d'où on l'épuise pour relever l'ensemble. Il porte quatre files de rails posées avec le même écartement que celles de la voie permanente, et une fois le navire relevé, il suffit de le tirer hors du bers par les locomotives qui doivent le transporter. Les rails portent des plates-formes d'une disposition spéciale pour y caler les flancs du bateau.

Les journaux anglais auxquels nous empruntons les détails ci-dessus ne donnent pas d'autres indications sur les dispositions adoptées, ils y reviendront très probablement quand le travail sera terminé.

Le coût d'exécution prévu est de 27 500 000 francs et les dépenses d'exploitation s'élèveront probablement à 750 000 francs par an.

Deux de ces machines doivent traîner le bers sur lequel reposeront les navires, à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure, ce qui, avec les manœuvres de montée et de descente aux extrémités, donne, pour le transport à travers l'isthme, une durée totale de 2 h. 1/4 à 2 h. 1/2. Des garages établis de distance en distance permettront le transport dans les deux sens en même temps.

LES TRAVAUX DU CANAL DE LA BALTIQUE

(Suite et fin[1]. — Planche II.)

Consolidation des talus de berges. — Une des plus grandes difficultés qu'on a recontrées dans le creusement du canal de la Baltique est la consolidation des talus de berges dans les tourbières. Le sol est tellement peu résistant dans ces parties que toutes les excavations qu'on y pratique se comblent d'elles-mêmes au bout de très peu de temps, grâce à l'écoulement du terrain avoisinant.

Pour donner aux berges du canal la solidité voulue, on a dû, dans certaines parties, établir des appontements légers, sur palées très élevées et en pente douce ; sur ces appontements, on faisait circuler des trains amenant des wagonnets contenant 0,5 mètre cube de sable, que l'on coulait de manière que les palées se trouvassent immergées dans une couche superficielle un peu plus résistante (fig. 1 à 5, pl. II). Le sable était extrait de la partie extérieure de la digue pendant la nuit (fig. 4). Sur l'infrastructure ainsi constituée, on continuait ensuite, pendant la journée, l'amenée du sable au moyen de wagonnets de 3 mètres cubes de capacité. On pouvait, de cette manière, faire circuler des wagonnets isolés dont le contenu, une fois déchargé, servait à renforcer la couche supérieure de sable, après quoi, on procédait à l'élargissement de la couronne de la digue (fig. 2).

La section transversale des digues latérales a été déterminée au moyen de sondages ; elle est analogue à celle des remblais de chemins de fer, avec des talus un peu plus inclinés, dont l'arête inférieure atteint les couches d'argile ou de sable fixe. La couronne de la digue est assez large pour que la cunette du canal puisse y être creusée.

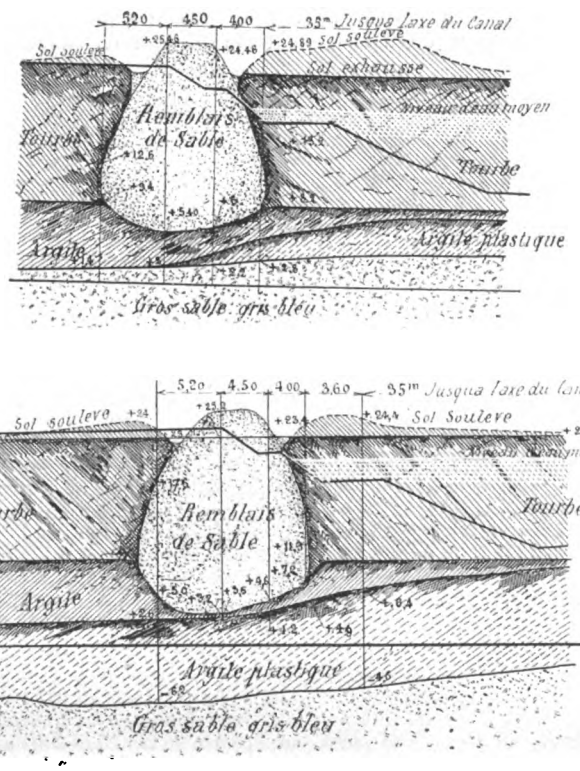


Fig. 1 et 2. — Travaux du Canal de la Baltique. — Coupes transversales des digues.

Lorsque le terrain était plus solide, on pouvait se passer de palées sur les appontements, et les charges étaient portées directement par le sol, après qu'on avait enlevé la couche superficielle de $0^m 500$ d'épaisseur et de 12 mètres de largeur (fig. 6 à 10). La section des digues ainsi obtenue est indiquée dans les figures 1 et 2 ci-jointes. La partie centrale de la digue s'évase en atteignant la couche d'argile solide, les talus sont à pente plus raide que dans le cas de tourbe molle, de sorte que les digues affectent la forme d'une poire tournée dans le bas. La réaction du sol résistant est en équilibre avec la charge du remblai, et la base de celui-ci présente des formes qui varient d'un cas à l'autre. D'autres particularités ont été relevées également selon la nature du sol ; mais nous ne croyons pas devoir nous y arrêter davantage.

T. C. M.

---

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 1, p. 4.

Digitized by Google

CHIMIE INDUSTRIELLE

LES COULEURS D'ANILINE

Depuis une trentaine d'années, les industries touchant à la fabrication et à l'emploi des produits colorants, se sont radicalement transformées. Le temps n'est plus où l'on allait chercher au loin quelques substances rares et coûteuses. La pourpre tyrienne, dont l'éclat avait séduit nos ancêtres et dont le secret s'était perdu dans la succession des siècles, a été, de nos jours, remplacée, et nul ne se préoccupe de récolter le fameux « murex ». Nombre de substances d'origine végétale ou animale, jadis prisées par les artisans, sont aujourd'hui devenues sans valeur, soit qu'elles aient été remplacées avantageusement par des substances artificielles, soit qu'elles aient été reproduites synthétiquement.

De nouvelles découvertes ont permis de retirer, de corps insignifiants en apparence, toute une série de matières qui servent de base à une industrie fort importante, et qui, tous les jours, prend une vie nouvelle. C'est à 1856 qu'il faut remonter pour trouver le fait qui a servi de point de départ à ces travaux considérables. Perkin, en étudiant le sulfate d'aniline, s'avisa d'en traiter une solution par des agents oxydants. Il se produisit un précipité noir, dont l'aspect n'avait rien de merveilleux, mais qui, manipulé par les mains savantes de l'expérimentateur, donna une superbe couleur violette.

Le fait, une fois connu, encouragea les recherches, et bientôt apparurent mille produits nouveaux. D'importantes usines furent créées en France, et notre pays eut la gloire de compter une nouvelle application industrielle. Ce n'était que le commencement de tentatives qui allaient être couronnées de succès. L'étranger ne tarda pas à nous faire concurrence, et l'Allemagne, particulièrement, s'est lancée dans la voie ouverte.

Toutefois nos savants continuèrent à travailler la question, et au premier rang il convient de citer M. Lauth, qui fait autorité en la matière, MM. Girard, de Laire, Rosenstiehl, Roussin, etc.

L'aniline commerciale, qui a servi de base à tant d'essais divers, n'est pas une substance simple : elle est un mélange en proportions variables de deux composés, la phénylamine et la toluidine, quelquefois d'autres amines (xylidine, cumidine, etc.); les uns et les autres jouent un rôle important dans la production des matières colorantes.

Bien que les procédés de fabrication de l'aniline soient nombreux, nous commencerons par donner celui qui avait cours en 1856. On partait de la nitrobenzine, connue aussi sous le nom d'essence de mirbane, et dont la formule est $C^6H^5AzO^2$.

Dans des tubes verticaux en fonte ou en fer et remplis de rognures de zinc, on coulait un mélange de nitrobenzine et d'acide chlorhydrique. A la partie inférieure on recueillait un mélange de chlorure de zinc, de chlorhydrate d'aniline et de nitrobenzine inattaquée. Le liquide était reversé à la partie supérieure, jusqu'à disparition de la nitrobenzine.

Cette méthode était peu pratique, et de nouvelles furent adoptées, parmi lesquelles nous notons la suivante : dans une chaudière tenant 50 kilogr. de nitrobenzine et 50 kilogr. d'acide acétique, on versait peu à peu un poids égal de limaille de fer, opération fort lente et qui durait une huitaine de jours. Il était important d'éviter une élévation de température trop forte, ce qui se serait produit avec une addition métallique trop rapide. La masse était brassée, et le résidu, sorte de bouillie brune, était neutralisé par la chaux ou la soude, puis distillé.

La consommation d'acide acétique était grande; ultérieurement, grâce à des dispositifs perfectionnés, on est arrivé à restreindre considérablement les pertes. Voici comment on procédait : une chaudière verticale est pourvue, suivant son axe, d'un arbre portant des agitateurs et susceptible d'être mis en mouvement par une force motrice quelconque. A la partie inférieure de ce récipient, se trouve une porte de vidange, tandis qu'à la partie supérieure se trouvent l'orifice d'introduction et celui d'exhaustion des produits qui distillent durant l'opération; c'est le cas des produits qui échappent à la réaction, mais qu'on recueille et qu'on réintroduit dans l'appareil. Les proportions de matières sont :

10 kilogr. d'acide acétique à 8°, étendu de six fois son poids d'eau;
30 — de limaille de fonte;
125 — de nitrobenzine.

On fait ensuite des additions lentes de 150 kilogr. de fonte, que l'on ajoute peu à peu.

Aujourd'hui l'acide acétique est partout remplacé par des acides minéraux, chlorhydrique ou sulfurique, dont l'emploi, convenablement dirigé, est infiniment plus économique.

Le résidu est une masse brune, et on peut en opérer la distillation soit au moyen d'une introduction de vapeur à la température convenable, soit sur un feu nu. Le produit brut contient de l'aniline, de l'eau et de la benzine dont la proportion augmente dans les opérations mal réglées. Il faut, pour purifier, procéder à une rectification; l'aniline passe entre 180° et 230°. Dans une seconde rectification on recueille les produits plus purs qui passent entre 180° et 210°.

La substance commerciale a une densité un peu supérieure à celle de l'eau (1,001 à 1,01); elle est soluble dans les acides sulfurique et chlorhydrique étendus. Son point d'ébullition est variable, mais ne change pas pour une matière donnée en présence de la soude caustique. Cette variabilité de la température d'ébullition tient à ce que l'aniline, comme nous l'avons dit, est un produit de divers composés, dont la proportion variable influe sur cette caractéristique.

L'aniline commerciale soumise à des influences diverses engendre une série de corps colorants dont l'étude scientifique a été l'objet de travaux considérables, qui ont établi leur constitution et leur filiation. Dans cette étude sommaire, qui n'a pour but que d'esquisser une de nos grandes industries, nous négligerons complètement ce côté de la question et nous nous contenterons de passer en revue la production des principales matières colorantes, les divisant en groupes comportant les violets, les rouges, les bleus, les verts, les jaunes, les bruns et les noirs.

Nous donnerons rapidement quelques renseignements sur ces divers groupes.

Violets. — Le *violet* est la première matière colorante découverte; elle a été trouvée par Perkin. Ce chimiste traitait une solution d'aniline commerciale dans l'acide sulfurique étendu par du bichromate de potasse. Au bout d'une dizaine d'heures il s'était formé un précipité noir qu'on épuisait par l'eau bouillante, à laquelle il cédait une magnifique coloration violette; le produit tinctorial était précipité par la soude et purifié par une nouvelle dissolution.

L'application de cette couleur, qui porte le nom d'aniléine, est assez simple. On la dissout dans l'eau bouillante avec un peu d'acide tartrique pour la teinture de la soie, avec un peu de crème de tartre et d'alun pour celle de la laine. La fibre du coton ayant moins d'affinité pour la substance, on a recours à l'emploi du tannin qui forme avec le violet une laque indissoluble; pour l'impression on fixe également à l'aide du tannin ou à l'aide d'albumine.

Le *violet de Paris*, découvert par M. Lauth et dont l'emploi est des plus importants, dérive d'un corps différent, la diméthylaniline, qu'il faut d'abord préparer. On y arrive ainsi : pendant trois ou quatre

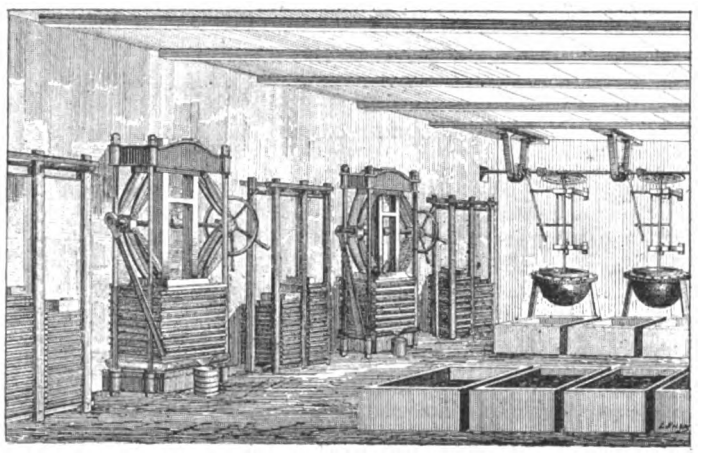


FIG. 1. — Presse. Atelier des verts et des violets.

heures on chauffe sous pression, à la température de 250°, 100 parties de chlorhydrate d'aniline et 50 à 80 parties d'alcool méthylique. Après neutralisation par un alcali, on soumet à une rectification et on recueille ce qui passe entre 198 et 205°.

La dyméthylaniline est oxydée à 40° ou 50° par un mélange de nitrate de cuivre et de sel marin.

Ce violet est également obtenu par synthèse directe.

Pour obtenir le *violet de mauvaniline*, on prend 100 unités d'aniline du type bouillant à 183°, puis on mélange avec 164 unités d'acide arsénique à 70 °/₀. L'ensemble est maintenu pendant une heure à 170°. Le résidu épuisé par l'eau bouillante est neutralisé par de la soude faible jusqu'à réaction légèrement alcaline. L'acide chlorhydrique faible dissout la mauvaniline ($C^{19}H^{17}Az^3H^2O$) en laissant un résidu de chrysotoluidine et de violaniline ($C^{18}H^{15}Az^3H^2O$).

Ce corps est d'ailleurs sans emploi et nous ne le signalons que pour indiquer les diverses méthodes auxquelles on a eu recours dans la production des matières colorantes.

Rouges. — Parmi les rouges, nous examinerons deux types, ceux d'aniline et ceux de toluène et de xylène.

A l'origine de cette industrie, on procédait comme il suit :

Si sur de l'aniline on fait réagir du bichlorure d'étain anhydre, puis que, traitant par l'eau, on filtre, on obtient une liqueur fortement colorée en rouge qui précipite sous l'influence du sel marin.

Mais cette réaction est abandonnée depuis longtemps et on produit presque toujours la fuchsine en chauffant pendant trois heures, dans une chaudière de fonte émaillée, cent kilogr. d'aniline commerciale avec 140 kilogr. d'acide arsénique à 75 °/₀. Après refroidissement, on traite par l'eau, on fait une addition de 25 à 28 kilogr. de sel de soude, puis on soumet à l'action de la chaleur. L'aniline distille en partie, échappant ainsi aux réactions. On obtient de l'arséniate et de l'arsénite de sodium en dissolution et une pâte que l'on fait bouillir dans l'eau après une nouvelle addition de 2 à 3 kilogrammes de sel de soude. On obtient un arséniate de rosaniline qu'on transforme en chlorhydrate, connu dans le commerce sous le nom de *fuchsine*.

La rosaniline $C^{20}H^{19}Az^3H^2O$ est soluble dans l'eau et l'alcool, mais insoluble dans l'éther; chauffée au-dessus de 130°, elle se décompose.

Digitized by Google

L'emploi en teinture est des plus faciles : la soie se teint à froid et la laine à chaud dans une solution ordinaire; pour le coton, il faut animaliser la fibre comme avec l'aniléine ou fixer au tannin ou à l'aide des corps gras.

Le deuxième groupe des rouges de toluène et de xylène a un point de départ différent. Les hydrocarbures séparés dans les distillations fractionnées de la houille sont transformés en toluidine et en xylidine; ce sont ces corps qui, chauffés avec l'acide arsénique, donnent les matières rouges.

La rosaniline peut servir de point de départ pour obtenir des couleurs nouvelles, parmi lesquelles nous citerons le violet à l'aldéhyde, le violet Hofmann, le violet impérial, etc.

A côté des rosanilines, notons parmi les couleurs rouges les plus importantes : 1° les *safranines*, obtenues par l'oxydation d'une base

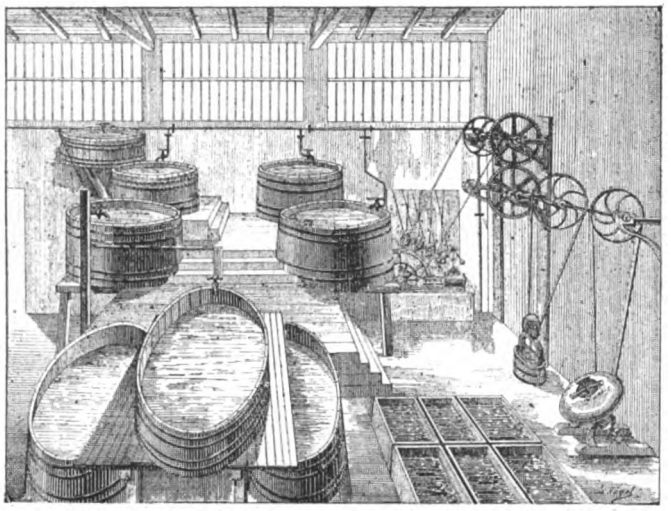


Fig. 2. — Atelier des couleurs diazoïques.

amidoazoïque et d'une amine; 2° les *éosines*, matières colorantes fluorescentes obtenues par l'action de l'anhydride phtalique sur des phénols mono ou polyvalents et la bromuration ou l'iodation ultérieure de ces dérivés.

Bleus. — Nous venons de voir que l'action du bichlorure d'étain sur l'aniline pouvait engendrer du rouge. Si on laisse cette action se prolonger pendant 30 heures à la température de 180°, on obtient un bleu soluble dans l'eau et l'alcool, mais insoluble dans l'éther et le sulfure de carbone. Cette réaction est restée sans emploi, mais on produit une immense quantité de bleus de toutes nuances par l'action de l'aniline sur l'acétate ou le benzoate de rosaniline, à la température de 180 à 200° (Girard et de Laire).

Le *bleu lumière* s'obtient par une épuration du bleu ordinaire à l'alcool tiède. Sa composition est $C^{38}H^{31}Az^{3}H^{2}O$.

Les bleus ainsi obtenus sont insolubles dans l'eau, et il faut avoir recours à l'alcool pour les utiliser; mais en les traitant par l'acide sulfurique concentré à chaud, on obtient des corps sulfoconjugués solubles dans l'eau et les alcalis et qui servent à la teinture de la soie, de la laine et du coton, chacune des combinaisons sulfoconjuguées s'appliquant spécialement à l'une de ces trois natures de fibres.

Le *bleu méthylène* est également une matière colorante fort intéressante; la réaction qui sert à sa formation fut signalée en 1876 par M. Lauth; elle consiste à faire réagir sur la p.-phénylène diminuée un mélange de perchlorure de fer et d'hydrogène sulfuré.

Verts. — Du bleu d'aldéhyde dérive un corps donnant une belle coloration verte et qu'on obtient de la façon suivante:

On prépare d'abord une liqueur avec 1 kilogramme de fuchsine, deux litres d'acide sulfurique et deux litres d'eau, à laquelle on ajoute 4 litres d'aldéhyde.

D'autre part, on dispose deux cuves tenant chacune 200 litres d'eau, dans lesquelles on fait dissoudre 500 grammes d'hyposulfite de soude, la température étant maintenue à 70°. Dans chacune de ces cuves, on verse la moitié de la liqueur d'aldéhyde. La matière verte est en dissolution, après la réaction, et on la précipite, soit par le tannin, soit par l'acétate de soude.

Le vert d'aldéhyde, qui a eu son moment de vogue, n'est plus employé; il a été remplacé d'abord par les produits résultant de l'éthylation ou de la méthylation ultime de la rosaniline ou du violet de Paris; on y arrive en faisant par exemple réagir un excès d'iodure ou de nitrate alcoolique sur un violet de triéthyl-rosaniline, de triméthylrosaniline ou même de méthylaniline.

Tous ces verts sont actuellement remplacés par les verts connus sous le nom de vert malachite, vert étincelle, etc., qui sont des produits de synthèse directe.

Jaunes. — Nous citerons simplement quelques types de cette classe.

La chrysaniline $C^{20}H^{17}Az^{3}$ provient des eaux-mères acides des cristaux de fuchsine.

Si l'on fait réagir des vapeurs nitreuses sur de l'aniline, on a un produit qui est le diazoamidobenzol et qui par transposition moléculaire fournit l'amidoazobenzol; ses dérivés sulfurés sont de belles couleurs jaunes.

Bruns. — Si dans 4 parties de chlorhydrate d'aniline fondu on jette 1 partie de chlorhydrate de rosaniline, à la température de 240°, on voit se produire un corps brun qui a la propriété d'être soluble dans l'eau. Une série d'autres bruns, des plus importants, est constituée par certaines couleurs azoïques; nous indiquons plus loin la formation générale de cette classe de corps.

Noirs. — Les noirs forment une classe un peu à part dans la série des produits de l'aniline, tant à cause de leur mode d'emploi qu'en raison des procédés employés pour leur génération. En effet, on ne prépare pas la couleur dans les ateliers de produits chimiques : on la développe sur le tissu même.

La méthode de Lightfoot consistait à prendre :

1	litre	d'empois d'amidon ;
25	grammes	de chlorate de potasse ;
50	—	d'aniline ;
50	—	d'acide chlorhydrique ;
50	—	de perchlorure de cuivre ;
25	—	de sel ammoniac ;
12	—	d'acide acétique.

Le tissu est imprimé avec ce mélange, séché, exposé à l'air pour déterminer une oxydation, puis lessivé. Le noir apparaît alors, mais il altère les fibres d'une façon énergique; la présence d'un sel de cuivre soluble a de plus le grave inconvénient d'attaquer les râcles d'acier des rouleaux. Le noir n'est devenu pratique qu'à la suite de la découverte de M. Lauth qui remplaça le chlorure de cuivre par le sulfure. Il a recommandé la composition ci-dessous:

Empois d'amidon.	10 litres
Chlorate de potasse.	350 grammes
Sulfure de cuivre.	300 —
Sel ammoniac	300 —
Chlorhydrate d'aniline	800 —

Le mode de procéder est le même; les résultats sont encore plus satisfaisants, lorsque, d'après M. Kœchlin, on remplace le chlorhydrate d'aniline par le tartrate.

Indulines. — Des matières colorantes d'une classe toute spéciale prennent naissance par la fusion des corps amidoazoïques avec des amines; ce sont les indulines dont la nuance varie du gris bleu au gris foncé. Ce sont des couleurs très solides.

Nigrisine. — Elle est obtenue par la décomposition des amines tertiaires nitrosées; c'est un gris d'une solidité remarquable qui se fixe soit au tannin, soit directement sur les diverses fibres animales ou végétales (Ed. Ehrmann).

Par un concours de diverses circonstances, la fabrication des matières colorantes artificielles dans laquelle la France a joué un rôle si prépondérant et à laquelle de si grands succès étaient réservés, est passée en notable partie à l'étranger, principalement en Allemagne.

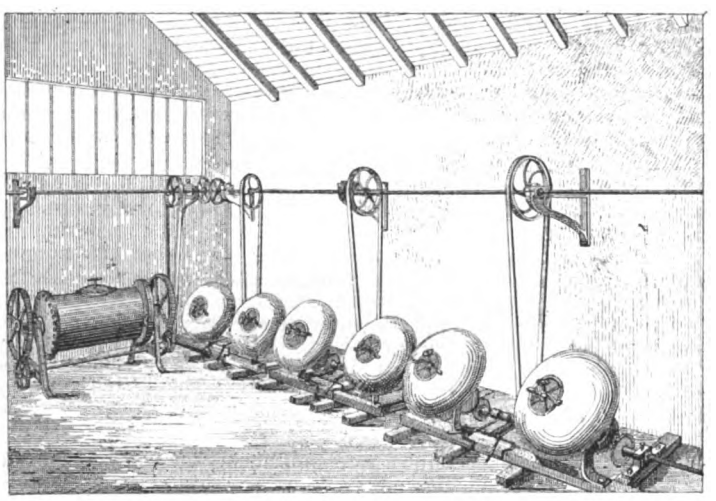


Fig. 3. — Atelier de broyage.

Nous en trouvons la constatation dans les rapports officiels du Jury international des récompenses de l'Exposition universelle de 1878, où nous lisons, dans les pages écrites d'une façon si savante et si compétente par M. Ch. Lauth, la déclaration suivante :

« La part de la France est malheureusement bien minime dans la production des couleurs dérivées du goudron de houille; les considérations que nous avons développées dans l'introduction générale du Rapport sur l'ensemble de l'exposition de la classe 47 font connaître les motifs qui ont amené cet état de choses déplorable, mais nous ne saurions assez répéter combien il est douloureux de voir notre pays, qui a si largement contribué aux découvertes réalisées dans l'industrie des couleurs artificielles, qui fournit la presque totalité de l'anthracène consommé pour la préparation de l'alizarine et une forte proportion de l'aniline nécessaire à la fabrication des couleurs, condamné par la législation des brevets et par des mesures fiscales trop

Digitized by Google

rigoureuses, à une situation si peu en harmonie avec son activité industrielle. »

Ces observations ont été, depuis, confirmées par les faits qui se sont déroulés à la suite de la découverte française des couleurs dites *azoïques*.

M. Roussin, mettant à profit les travaux scientifiques de M. Griess, fut l'auteur de cette découverte, dont les résultats ont été incalculables. Voici les faits sur lesquels elle repose. Lorsqu'on ajoute à une dissolution d'acide sulfanilique du nitrite de soude, il se produit un corps *diazoté* qui, réagissant à froid sur les amines ou les phénols, donne naissance à des matières colorantes de couleurs diverses; la réaction est instantanée, elle est quantitative. En remplaçant le dérivé diazoté de l'acide sulfanilique par les dérivés analogues provenant d'autres amines, ou en faisant varier les amines ou les phénols sur lesquels on fait agir les diazos, on obtient une série innombrable de couleurs, dont la variété, la résistance à la lumière, le bon marché ont amené la création d'une véritable industrie nouvelle des plus importantes. C'est l'usine A. Poirrier, de Saint-Denis, qui, la première, a lancé ces produits.

Les matières azoïques sont appliquées à la laine et à la soie qu'elles teignent en toutes couleurs; dans ces dernières années, on a découvert une série de produits susceptibles de teindre directement le coton. Jusqu'ici la teinture du coton était une opération très difficile, très délicate, et ne donnant en général que de médiocres résultats. Le coton n'a pas d'affinité pour les couleurs dérivées du goudron, et, tandis que la laine se teint presque directement, par simple immersion, ou avec le secours d'un peu d'acide, il fallait recourir à différents expédients ou mordants pour arriver à fixer la couleur sur le coton. Ainsi, il fallait, le plus souvent, mordancer le coton pendant une nuit dans une décoction de sumac ou une dissolution d'acide tannique, puis le lendemain il fallait fixer le tannin par un passage dans un bain de tartre émétique. Ce n'est qu'au sortir de ce bain que le coton pouvait se teindre. Et encore, le plus souvent, la teinture était-elle mal fixée et déchargeait au lavage et au frottement.

Aussi les nouvelles couleurs directes pour coton ont-elles produit une véritable révolution dans cette branche de la teinturerie.

En effet, elles suppriment complètement le mordançage, puisque la teinture se fait en un seul bain, en ajoutant seulement un peu de carbonate de soude et de savon. De plus, ces couleurs, une fois fixées, sont absolument indestructibles.

Les rouges ont la vivacité de la garance et de l'alizarine artificielle, et s'ils sont, à la lumière, moins solides que ces derniers produits, les progrès déjà réalisés nous permettent d'espérer que le jour est bien proche où la solidité obtenue sera parfaite.

Au point de vue technique, voici quelques notions sur cette série de couleurs.

Les couleurs rouges, connues dans le commerce sous le nom de rouges Congo, sont une combinaison du tétrazodiphényl ou du tétrazoditolyl avec le sel de soude d'un dérivé amidé et sulfoconjugué de la naphtaline.

On prend à cet effet : la benzidine ($C^6H^4AzH^2$. $C^6H^4AzH^2$) ou la toudine ($C^6H^3CH^3AzH^2)^2$, qu'on transforme en dérivé diazoïque au moyen du nitrite de soude.

On combine ensuite ce dérivé diazoïque avec le naphtionate de soude $C^{10}H^6$. AzH^2. SO^3Na.

La matière colorante se forme immédiatement en solution aqueuse. Pour la recueillir, on la précipite au moyen du sel marin, on filtre, et on termine la couleur par redissolution et nouvelle précipitation.

La benzidine donne des nuances d'un rouge vif très éclatant; la tolidine donne des nuances d'un rouge plus vineux.

Ce groupe de couleurs comprend trois types :

Rouge Congo 4 R, rouge vineux;
Rouge Congo, rouge turc très vif;
Rouge Congo G, un peu plus jaunâtre que le précédent.

Congo brillant R. — Ces produits, qui résistent à l'action des acides, résultent de la combinaison du tétrazodiphényle ou du tétrazoditolyle avec les acides β naphtylamine mono et disulfonique. La fabrication de ces deux types est très délicate et demande le plus grand soin et la plus grande attention, tant pour la préparation que pour la combinaison des matières premières.

Purpurine brillante R. — Cette couleur, la plus résistante à l'air de cette série, est une combinaison du tétrazoditolyle avec l'acide β naphtylamine disulfonique et le naphtionate de soude.

Rouge diamine 3 B. — Produit de la combinaison du tétrazoditolyle avec le F naphtylamine monosulfonate de soude. Cette couleur est d'un rouge vif violacé.

Bruns Corinthe. — Ces couleurs, de nuance prune, sont très employées dans les mélanges et combinaisons diverses auxquelles ont recours les teinturiers pour former la gamme de leurs nuances.

Ces couleurs sont obtenues par la réaction du tétrazodiphényle ou du tétrazoditolyle préparés comme nous l'avons indiqué plus haut, sur le naphtionate de soude et l'acide α naphtolmonosulfonique.

Brun Congo G. — Le tétrazodiphényle forme en se combinant avec l'acide salicylique et la résorcine une matière colorante jaune, qui devient beaucoup plus foncée si on fait intervenir dans sa molécule un autre diazodérivé, tel que l'acide p. diazobenzolmonosulfonique, et on obtient alors une belle matière colorante d'un brun jaunâtre.

Brun Congo V V. — Ce produit, d'un brun beaucoup plus foncé que le précédent, se prépare à peu près de la même manière, mais en faisant intervenir dans la réaction une certaine quantité d'acide α naphtolmonosulfonique.

Ici finit l'énumération des types de cette série de couleurs directes pour coton. Le *bleu de dianisidine*, qui a figuré à l'Exposition de 1889, est le commencement d'une nouvelle série dont la fabrication est commencée.

Parmi les couleurs les plus nouvelles, on peut citer les suivantes qui donnent les tons éclatants de la cochenille, et sont de la plus grande solidité. Voici les trois types fondamentaux de fabrication qui, par combinaison entre eux, donnent toute la gamme intermédiaire :

Rouge de Saint-Denis. — On fait le dérivé tétrazoïque de l'azoxytoluidine et on le combine au bisulfonaphtol (Rosenstiehl et Nœlting).

Écarlate brillant. — On fait le dérivé diazoïque de l'acide β naphtylamine monosulfonique, et on fait réagir ce dérivé sur le sel de soude de l'acide α naphtolmonosulfonique. La couleur obtenue, d'un rouge éclatant, est précipitée par le sel marin.

Orange double. — Cette couleur, d'un très beau ponceau orange, résulte de la combinaison du dérivé diazoïque de l'acide β naphtylamine monosulfonique, avec le β naphtol.

Carmoisine. Azofuchsine acide. — On prépare le dérivé diazoïque de l'acide naphtionique et on le fait réagir sur l'α naphtolmono-sulfonate de soude. La couleur, d'un beau cramoisi, se forme immédiatement. On la recueille en la précipitant par le sel marin.

Ces trois types d'écarlates brillants sont en tous points semblables aux ponceaux pour laine et pour soie; mais ils ont sur ces derniers l'avantage d'être plus éclatants. La teinture se fait par addition d'un peu d'acide au bain de teinture.

Quoiqu'il n'ait été question dans ces notes que des matières colorantes dérivées de l'aniline, nous ne pouvons passer sous silence la découverte importante réalisée il y a vingt ans par MM. Graebe et Liebermann. Ces savants ont reproduit artificiellement l'alizarine et ses congénères, c'est-à-dire les couleurs de la garance. Ils ont pris comme point de départ, l'anthracène $C^{14}H^{10}$, carbure solide extrait du goudron de houille, et par une série de transformations chimiques ont donné naissance à l'alizarine $C^{14}H^8O^4$; elle a remplacé la garance dans presque tous ses emplois. Ajoutons enfin que l'indigo lui-même a été préparé artificiellement; mais cette dernière découverte n'a pu encore être utilisée industriellement.

G. Moreau,
Ingénieur civil des Mines.

MÉTALLURGIE

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU COKE MÉTALLURGIQUE

(Suite et fin[1].)

Soufre contenu dans le coke. — Tous les cokes renferment une proportion plus ou moins élevée de soufre. Pour la fabrication de la fonte, le soufre n'a pas de bien grands inconvénients, à moins que le minerai ou la castine n'en contiennent déjà une quantité notable; on s'en débarrasse assez facilement avec un laitier calcaire et une température élevée. Nous donnerons quelques exemples de la teneur en soufre du coke :

	Cendres	Soufre
	—	—
Coke de Firminy	12	0,400 à 0,440
— Roche-la-Molière	13	0,300 0,400
— Houillères de St-Etienne	13	0,300 0,405
— Montcel (S. E.)	11	0,270 0,400
— Montmartre (S. E.)	»	1,37
— Tilleur (Belgique)	12	0,500
— Marihaye —	6	0,46
— Donetz (Russie)	6	0,27
— Anzin	11,5	0,25
— Clarence (Angleterre)	10	0,32 à 1,00
— Bessèges (Lalle)	12	1,15
— Creusot	10	0,83
— Grand'Combe	10,80	1,26
— Blanzy	»	0,60
— Graissesac	11,88	1,04
— Carmaux, Grillatée	6,53	2,03
— — Saint-Roch	9,50	0,74
— Decazeville, Valserie	13,80	1,92
— — Lagrange	8,10	1,41

Le coke contient généralement moins de soufre que la houille qui a servi à sa fabrication. M. William Foster a fait, en 1883, une communication sur cette question à l'Institution of Civil Engineers de Londres : il a trouvé qu'il n'y avait aucune relation directe entre la quantité de soufre contenue dans la houille et celle restant dans le coke; l'élimination du soufre se fait dans une proportion variable, plus grande dans les houilles à gaz et surtout dans le cannel-coal. Quelques rares échantillons donnent plus de soufre que n'en contenait la houille; on comprend que si le soufre est en totalité à l'état de sulfate ou de sulfure indécomposable, il se concentre dans le coke; mais ce cas est tout à fait exceptionnel.

La pyrite se rencontre dans toutes les qualités de houilles, maigres ou grasses, sous forme de lames minces intercalées entre les feuillets, dans les plans de clivage; elle est surtout à l'état de bisulfure

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 1, p. 9.

Digitized by Google

FeS^2. Le bisulfure se trouve à l'état naturel sous deux formes de même composition chimique, mais de nature très différente : la pyrite cubique ou martiale, ou fer sulfuré jaune, qui est dure, compacte, inaltérable à l'air, et la pyrite blanche prismatique dite marcassite, un peu moins dense, qui s'altère facilement à l'air, surtout à l'air humide, et se transforme en sulfate.

Les deux pyrites chauffées avec un excès de charbon perdent la moitié de leur soufre et se transforment en FeS ; cette réaction doit se produire d'une façon à peu près complète pendant la carbonisation de la houille, surtout si la pyrite est à l'état prismatique. On a constaté dans le coke la présence de pyrite magnétique attirable à l'aimant, Fe^7S^8, ce qui indique que la pyrite ne perd pas toujours la moitié de son soufre.

Le bisulfure naturel calciné à l'abri de l'air se transforme en Fe^5S^6 ; par conséquent, il y a toujours un départ notable du soufre de la pyrite cubique ou prismatique de la houille pendant la carbonisation, même quand elle est en masses compactes et que le contact avec le charbon n'est pas intime.

Certaines houilles contiennent des quantités appréciables d'arsenic, qui est probablement dans la pyrite à l'état d'arsénio-sulfure ou mispickel ; ce minéral a une forme cristalline voisine de celle de la marcassite et, calciné à l'abri de l'air, perd son arsenic, qui se sublime à l'état de sulfure. La plus grande partie de l'arsenic doit donc se volatiliser pendant la carbonisation.

On a cru pendant longtemps que le soufre provenait entièrement de la pyrite de fer. On admettait alors qu'une partie du soufre de la pyrite était éliminée pendant la calcination, le sulfure étant ramené à l'état de FeS, et qu'une nouvelle portion du soufre était enlevée pendant l'extinction par l'action de la vapeur d'eau à haute température, donnant de l'hydrogène sulfuré et de l'oxyde de fer. Il se produit, en effet, pendant l'extinction, une certaine élimination du soufre et on reconnaît à l'odeur la présence de l'hydrogène sulfuré ; mais ce départ de soufre est bien faible.

Supposons, en effet, un coke contenant à la sortie du four 1 % de soufre, un saumon de 2 000 kilogr. contiendra 40 kilogr. de soufre ; s'il y avait élimination de la moitié seulement du soufre, il se formerait 20 mètres cubes de HS, soit de quoi rendre irrespirable 30 000 mètres cubes d'air (on sait que ce gaz est très toxique et qu'à la dose de $^1/_{1500}$ il tue un oiseau). Or l'odeur caractéristique ne se manifeste que dans des proportions bien plus restreintes ; avec les charbons d'Anzin, notamment, qui pourtant sont sulfureux, on ne la constate presque pas. L'élimination du soufre pendant l'arrosage du coke incandescent est donc, dans la plupart des cas, absolument insignifiante.

En réalité, le soufre combiné au fer ne forme qu'une fraction restreinte du soufre total.

Dans son traité de métallurgie, le Dr Percy faisait remarquer, dès 1865, que le fer et le soufre ne se rencontraient pas généralement dans la houille dans les proportions voulues pour former exactement de la pyrite. Il cite quatre houilles du Staffordshire, pour lesquelles on a :

Soufre total	1,00	0,74	0,55	0,54
Soufre correspondant à la quantité de fer	0,37	0,14	0,03	1,08
Différence	0,63	0,60	0,52	—0,54

Dans le dernier échantillon, une grande partie du fer se trouvait à l'état de carbonate ; dans les trois premiers, il y a un excès très notable de soufre à un état différent de celui de FeS^2 ; le Dr Percy ne donnant pas l'analyse complète des cendres, n'en tire aucune conclusion précise ; nous allons essayer d'éclaircir complètement la question.

Prenons de la houille de Trélys, dont la composition est la suivante :

Carbone	74,80
Hydrogène	4,66
Oxygène	6,95
Soufre	0,91
Azote	0,96
Phosphore	0,013
Cendres	11,45

Le coke fabriqué avec ce charbon contient 81,63 de carbone fixe, 1,85 de matières volatiles et 16,58 de cendres. D'après la composition des cendres du coke, les 11,45 de cendres de la houille se décomposent ainsi :

Silice	5,60	
Alumine	3,35	
Chaux	0,93	
Magnésie	0,24	
Potasse	0,27	
Soude	0,05	
Oxyde de fer	0,85	(correspondant à 0,56 de fer métal).
Soufre	0,13	
Phosphore	0,02	

Cette analyse a été faite après incinération et grillage du coke. Dans cette opération, le soufre combiné aux bases alcalino-terreuses n'a pu être éliminé, il n'y a pu avoir élimination que du soufre combiné au fer ; en le supposant à l'état de FeS^2, on a perdu $\frac{8}{7} \times 0{,}56 = 0{,}64$ de soufre ; en ajoutant les 0,13 restés dans les cendres, on a un total de 0,77. Le charbon contenait 0,96 ; la différence, soit 0,19, représente le soufre qui, dans la houille, n'était combiné avec aucune des matières contenues dans ces cendres, et qui s'est volatilisé soit pendant la carbonisation, soit pendant l'incinération.

La conclusion sera plus nette en prenant un charbon plus pur. Le docteur F. Muck (1) cite une houille contenant 2,48 % de cendres et 0,92 % de soufre. Les cendres contenaient :

Silice	46,53
Alumine	42,90
Oxyde de fer	9,70 (fer 6,28)
Chaux, magnésie	0,00
	99,13

La différence représente les alcalis, le soufre et le phosphore non dosés. Le fer métallique contenu dans le charbon est de 0,156 % susceptible de se combiner à l'état de FeS^2 avec 0,177 de soufre. Comme il n'y a ni chaux, ni magnésie, le soufre, s'il en reste dans la cendre, ne peut qu'être combiné au fer ; par conséquent, en retranchant 0,177 du soufre total 0,92, on obtient le poids 0,743, représentant la proportion du soufre engagé dans une combinaison organique de la houille, comme il l'est dans les matières animales et dans un grand nombre de matières végétales, de graines notamment.

MM. Berthelot et André ont fait à ce sujet une intéressante communication à l'Académie des Sciences, le 19 janvier 1891. Ils ont étudié la proportion de soufre existant, soit à l'état de sulfate, soit à l'état organique, dans les diverses parties de certaines plantes à différents degrés de croissance. Ils ont trouvé, pour les espèces étudiées, que le soufre se concentrait dans les racines et les graines ; le soufre organique forme jusqu'aux trois quarts du soufre total, et la proportion de soufre total varie de 0,3 à 1,2 % ; elle est donc tout à fait analogue à celle qu'on trouve dans la houille, et il paraît incontestable que le soufre existant dans la houille, soit à l'état organique, soit à l'état de pyrite, provient des plantes qui l'ont formée.

D'après M. Muck, le jaune d'œuf contient 0,45 de soufre et donne 8,83 % de coke qui en renferme 0,49. La corne, qui contient 3,08 % de soufre, donne 14,4 % de coke dont la teneur en soufre est de 1,04. Le coke retient dans le premier cas $^1/_{10}$ et dans le second $^1/_{20}$ seulement du soufre de la matière primitive. Le coke obtenu avec la houille dont nous avons donné l'analyse contenait 0,86 % de soufre, soit 0,67 % du soufre contenu primitivement dans la houille. Une grande partie du soufre reste donc dans le coke à l'état de combinaison avec le carbone. Il en est de même pour l'azote, comme nous le verrons plus loin (2).

Il est donc bien démontré que dans la houille le soufre existe plutôt à l'état de combinaison organique qu'à l'état de pyrite, et par conséquent que les procédés d'élimination du soufre basés sur l'action de certains gaz ou de vapeur d'eau sur la pyrite n'ont pas grande valeur. Quand les fours à parois chauffées sont venus remplacer les fours à boulanger, on leur a reproché de moins éliminer le soufre ; le même reproche a été fait aux fours à boulanger quand on les a substitués au vieux mode de carbonisation en tas. Dans ce dernier cas, le reproche n'était peut-être pas absolument dénué de fondement : dans la méthode employée par M. Rollet pour doser le soufre dans un combustible, on soumet celui-ci au rouge à l'action d'un courant d'hydrogène humide ou mélangé d'un quart d'acide carbonique, qui entraîne tout le soufre à l'état de HS. Dans la carbonisation en tas, l'air traversait la masse du combustible, qui était ainsi soumis à un mélange analogue à celui de M. Rollet, et il pouvait se produire un certain départ de soufre. Mais, dans le procédé Rollet, l'entraînement n'est total qu'avec l'incinération complète ; le coke cuit en meules contenait donc encore du soufre et l'élimination de cet élément n'était obtenue qu'au détriment du rendement et de la teneur en cendres.

Voici, d'après M. Frédéric Devey (3), l'analyse d'un certain nombre de cokes américains, avec indication de la quantité de soufre et de matières volatiles de la houille qui a servi à les fabriquer :

Cendres	Soufre	Phosphore	Soufre de la houille	Matières volatiles
—	—	—	—	—
9,11	0,82	»	1,93	30,00
10,05	0,80	»	0,78	31,40
7,23	0,665	0,05	0,75	20,00
6,73	0,027	»	0,20	21,40
3,50	0,563	0,01	0,61	22,34
8,70	0,48	»	0,36	23,44
18,00	0,50	»	0,36	23,44

Les deux derniers sont un exemple de concentration dans le coke, par carbonisation accompagnée d'incinération partielle (les fours employés en Amérique sont des fours à boulanger) de soufre existant dans la houille à l'état de sulfure ou de sulfate, c'est-à-dire dans les cendres.

M. Mac-Creath, un autre Ingénieur américain, a analysé 25 échantillons de houille ainsi que le coke fabriqué avec ces houilles ; il a trouvé dans les houilles une teneur moyenne de soufre de 2,138 % et dans les cokes une moyenne de 1,912 %. En admettant pour les houilles un rendement en coke de 70 %, on voit que sur la quantité de 2,138 de soufre existant dans la houille, il ne reste dans le coke que 1,30, c'est-à-dire que 40 % du soufre contenu dans la houille a disparu pendant la carbonisation.

(1) *Stahl and Eisen*, vol VI.

(2) Nous citerons encore, comme preuve de l'état organique du soufre, les cannel-coal, dont un échantillon analysé par Percy donne 59 % de coke, 2,22 de soufre et 2,4 seulement de cendres renfermant plus de moitié de leur poids de silice ; le cannel-coal renferme donc au moins la moitié de son soufre à l'état organique.

(3) Institut américain des Ingénieurs des Mines, 1883.

Digitized by Google

Azote. — Une partie de l'azote contenu dans la houille reste dans le coke dans un état de combinaison avec le charbon qui n'est pas encore parfaitement défini. M. William Forter a conclu de nombreuses analyses, effectuées sur des houilles anglaises, que sur 100 parties d'azote contenues dans la houille, 48 à 66 restent dans le coke, 11 à 18 se volatilisent à l'état d'ammoniaque. 1,5 à 2 forment du cyanogène et 21 à 36 ne sont pas retrouvés dans les produits. L'azote ne finit par se dégager de la houille, à l'état de gaz, que pendant les derniers moments de la distillation, et il en reste d'autant moins dans le coke que celui-ci a été calciné à une température plus élevée. La quantité d'azote contenu dans le coke dépend donc et de la nature de la houille et de la température des fours. La houille contient généralement d'autant plus d'azote qu'elle contient plus de matières volatiles et d'oxygène. Voici l'analyse d'un charbon de l'Ohio, duc au professeur Andreus (1878) et contenant une proportion très forte d'azote :

Eau	5,25	O	9,53
C	76	S	0,75
H	4,75	Cendres	5,80
Az	3,80		

D'après les analyses de M. de Marsilly et de M. Scheurer-Kestner, la proportion d'azote est faible dans les houilles demi-grasses et surtout dans les houilles maigres du bassin Franco-Belge ; dans ces houilles, l'azote s'abaisse à 0,7 et même parfois à 0,4 °/₀ ; il n'en est pas de même en Angleterre où la houille maigre de Wolverhampton contient 1,84 °/₀ d'azote.

L'azote n'a d'autre inconvénient dans le coke. que de diminuer son pouvoir calorifique. Il est généralement à une dose inférieure à 0,05 °/₀ : la proportion la plus élevée a été trouvée dans un coke de Westphalie, et égale à 0,90 °/₀.

Phosphore. — Le phosphore du coke passe presque en totalité dans la fonte, comme celui du minerai ; la pureté du coke a donc une grande importance pour la fabrication des fontes destinées à être passées au Bessemer acide. La teneur en phosphore des houilles est très variable. M. A. Carnot (1) a fait au Laboratoire de l'Ecole supérieure des Mines l'analyse d'un grand nombre d'échantillons de houilles diverses, dans lesquelles on pouvait reconnaître la texture des plantes qui leur avaient donné naissance, et a cherché à établir une relation entre leur teneur en phosphore et la nature de ces plantes. Pour une même couche, il n'a pas trouvé de différences très grandes entre des plantes diverses ; il a cru seulement reconnaître que les houilles renfermant un grand nombre de spores, telles que les cannel-coals, étaient beaucoup plus riches en phosphore.

Pratiquement, la quantité de phosphore contenue dans la houille d'une couche déterminée est sensiblement proportionnelle à sa teneur en cendres ; les cendres des parties très pures, à 1 °/₀ de cendres par exemple, et celles des parties plus ou moins barrées intercalées dans la houille à l'état de filets très minces, ou à l'état de nerfs plus ou moins épais, contiennent une proportion constante de phosphore. Ce métalloïde est à l'état de phosphate dans les cendres, et se conserve intégralement dans les cendres du coke ; il n'y a aucune élimination pendant la carbonisation.

Voici les teneurs en phosphore de diverses houilles, d'après M. A. Carnot :

Houille de Commentry, échantillon à 10,5 °/₀ de cendres.	0,00815
— — — 3,8 —	0,003
Houille en masse de Commentry	0,00163
— — des Ferrières	0,01385
Cannel-coal de Commentry	0,042 — 0,039
— anglais	0,028 — 0,019

Aux forges de Denain, on a fait, en 1883, une étude sur la teneur comparative des diverses houilles de la région ; on a trouvé que, pour une couche donnée, exploitée en un point déterminé, la teneur en phosphore variait peu dans les cendres de la houille entre les teneurs en cendres de 6 à 15 °/₀ ; que, pour une même couche, cette teneur variait beaucoup avec la région dans laquelle se faisait l'exploitation, et triplait par exemple en s'éloignant de 3 à 4 kilomètres. On n'a trouvé aucune relation entre la teneur en matières volatiles des houilles et leur phosphore, et dans le même faisceau de charbon gras se rencontraient des veines de teneur très différente. A Anzin, la teneur en phosphore variait d'une veine à l'autre, dans la proportion de 1 à 4, et l'ensemble des charbons demi-gras employés à la fabrication du coke contenait moitié moins de phosphore que les charbons gras.

Voici les teneurs en phosphore d'un certain nombre de houilles ou cokes :

Coke d'Anzin	à 10 °/₀ de cendres,	phosphore.		0,117 — 0,06 °/₀
— de la Ruhr	10	—	—	0,186
— Douchy	10	—	—	0,027
— Aniche	10	—	—	0,070
— Grand Bouillon (Belgique)	10	—	—	0,022
— Aubin	10	—	—	0,020
— Gaz de Firminy	12	—	—	0,016
— Roche-la-Molière	13	—	—	0,015
— Houillères de St-Etienne	13	—	—	0,023
— Montréal (S. E.)	10	—	—	0,080
Anthracite de Pennsylvanie	10,43	—	—	0,049
— —	5,29	—	—	0,035
Charbon demi-gras de Pennsylvanie	5,03	—	—	0,008
Charbon autre de Pennsylvanie	4,94	—	—	traces
Charbon des Martines (Gard)	10,81	—	—	0,016
— Trélys —	11,45	—	—	0,013

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1884.

Nous y joindrons l'analyse complète des cendres des cokes suivants :

	Silice	Alumine	Chaux	Magnésium	Potasse	Soude	Fer	Soufre	Phosphore
Coke de la Grand'Combe	51,5	24,4	7,8	2,0	2,6	0,6	10,4	1,66	0,13
Coke de Trélys	49,0	29,0	8,2	2,05	2,35	0,47	7,3	1,15	0,12
— de Molières	48,0	26,0	14,6	3,70	n. dosé	n. dosé	7,3	1,01	0,16
Coke d'Aniche-Derby	48,5	33,7	2,0	»	—	—	7,9	0,11	0,70
Coke de Grand-Bouillon	43,4	23,8	4,98	»	—	—	17,98	0,32	0,22
Coke d'Aubin	50	32	5,0	»	—	—	8,00	1,68	0,20
— de Dowlais	24,18	20,8	9,4	9,7	—	—	16,00	3,50	0,12
— —	39,64	39,2	1,8	2,6	—	—	7,5	traces	1,60
Anthracite de Pennsylvanie	43,70	39,3	5,7	3,0	—	—	6,0	»	»

Le soufre et le phosphore sont les deux éléments principaux qui doivent attirer l'attention du métallurgiste ; ils se trouvent dans la houille en proportion assez élevée pour exercer sur la qualité des produits une influence considérable. D'autres corps existent dans la houille et dans le coke, et bien que la proportion constatée soit faible, nous croyons utile de les signaler. M. E. Jensch (*Die Chemische Industrie*, vol. X) a analysé six variétés de charbons de la haute Silésie employés dans diverses usines métallurgiques, et contenant en moyenne 12,4 °/₀ de cendres. Il a déduit de la composition chimique des cendres le poids des divers éléments suivants, contenus dans une tonne de houille :

Fer	17k 28
Manganèse	1 27
Zinc	0 56
Plomb	0 068
Cadmium	0 004
Soufre	6,08
Acide phosphorique	1,32

La production de houille dans la haute Silésie étant de 12 734 000 tonnes, il en déduit que cette quantité totale contient les poids suivants des éléments ci-dessus :

	Tonnes
Fer	220,00
Manganèse	16,17
Zinc	7,13
Plomb	0,86
Cadmium	0,05
Soufre	77,40
Acide phosphorique	16,82

M. B. Platz (*Stahl and Eisen*, 1886) a examiné une série d'échantillons de charbon de Westphalie et de coke provenant de ces charbons, et il a trouvé que les cendres renfermaient en moyenne 0,032 °/₀ de cuivre. Il suppose que la totalité du cuivre passe dans la fonte, et il calcule qu'en supposant qu'une tonne de fonte exige pour sa production une tonne de coke, et en estimant à 10 °/₀ la teneur en cendres des cokes, il en résulte que le coke introduit dans la fonte une quantité de cuivre égale à 0,0032 °/₀.

M. Daubrée a trouvé des traces d'arsenic et d'antimoine dans la houille de Newcastle. Dans celle de Saarbruck, il y a 0,003 °/₀ d'arsenic et dans une variété qu'on trouve à Villé (Bas-Rhin) jusqu'à 0,0415 ; cette dernière contient en outre des traces d'antimoine et de cuivre.

M. Mayençon, professeur de chimie à Saint-Etienne, a étudié les divers produits cristallisés qui se déposent par sublimation, soit dans les tas de schistes en feu, soit dans les incendies de houillères de la Loire. Il a trouvé des échantillons volumineux de réalgar et orpiment, de la galène sublimée en cubes et en trémies, du cuivre à l'état de chlorure de sulfite, du bismuth, de l'antimoine, du zinc.

Le Dr Percy a trouvé des quantités appréciables de cuivre dans l'anthracite du pays de Galles, et de la galène dans la houille d'Ecosse.

Les divers corps dont nous venons de parler restent en totalité ou en partie dans le coke, et si leur proportion était considérable, ils pourraient exercer une action très nuisible sur la qualité du fer. Les chiffres que nous venons de citer prouvent qu'heureusement ils n'existent pour ainsi dire qu'à l'état de traces, et que leur influence est tout à fait insignifiante à côté de celle du soufre et du phosphore.

P. Rossigneux.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LA MODIFICATION DES TORPILLEURS DE 35 MÈTRES

Si tout le monde reconnaît que les torpilleurs sont appelés à jouer dans les guerres de l'avenir un rôle considérable, tous les marins ne sont cependant pas d'accord sur l'importance et l'efficacité qu'il faut leur attribuer. C'est que si l'imagination reste confondue par l'étendue du mal que peut, en une minute, causer aux puissants cuirassés de l'escadre ennemie une de ces frêles embarcations, une chose peut à bon droit préoccuper les partisans les plus résolus des torpilleurs, c'est leur faiblesse même, qui les rend si vulnérables aux coups de vent et de mer. Et de fait on ne peut oublier que deux torpilleurs se sont perdus, il y a un peu plus de deux ans, l'un dans la Manche sous l'effet d'un coup de vent, et, ce qui est plus topique encore, l'autre dans la Méditerranée par un très beau temps.

Ces deux torpilleurs, commandés sous le ministère de l'amiral Aube, appartenaient l'un et l'autre au type de 35 mètres. Ce type,

Digitized by Google

on s'accorde maintenant à le reconnaître, manque de stabilité, parce que, dans le but d'alléger autant que possible le haut du navire, on a fortement aminci sa section transversale au-dessus de la ligne de flottaison (profil A de la figure 1). Il est aussi très exposé aux coups de vents et aux coups de mer du travers, parce que, dans le but d'élever autant que possible les tubes lance-torpilles au-dessus de l'eau, on les a munis d'un véritable gaillard d'avant, s'étendant de l'étrave jusqu'au kiosque du capitaine, c'est-à-dire sur un tiers environ de la longueur du bateau.

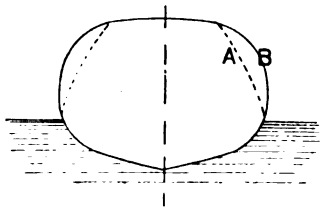


FIG. 1.

Après les deux accidents dont nous avons parlé, la modification des torpilleurs construits sur ce type fut décidée. Le journal *le Yacht*, dans un excellent article auquel nous empruntons la substance de cette note, nous apprend que cette modification, est déjà faite pour la plupart des torpilleurs existants. Voici en quoi elle consiste :

1° La partie haute a été élargie, comme le montre le profil B de la figure 1. Pour cela on a rapporté sur les anciennes membrures de chaque bord, à partir de la flottaison, un arc en cornières;

2° Le gaillard d'avant a été notablement raccourci et n'a plus que la longueur du tube lance-torpille ; ses formes ont été modifiées de façon à leur donner un dévers très accentué qui constitue une excellente protection contre la mer ; en même temps la structure intérieure de toute cette partie, reconnue faible, a été renforcée;

3° Enfin l'armement a été modifié : des deux tubes lance-torpilles jumeaux qui existaient à l'avant, un seul a été conservé dans l'axe, au-dessus de l'étrave ; le second a été reporté à l'arrière des cheminées et monté sur châssis tournant. On comprend les avantages de cette disposition, qui permet de lancer les torpilles dans toutes les directions. Son seul défaut est peut-être de rendre plus vulnérable qu'il ne l'était avec l'ancienne disposition ce second tube lance-torpille.

On est en droit d'attendre les meilleurs résultats de cette transformation, qui est parfaitement rationnelle. Du reste on a déjà constaté les améliorations réalisées. La plus importante, on le comprend, réside dans l'accroissement de la stabilité, dont on peut se rendre compte par la comparaison des deux diagrammes de la figure 2, qui représentent les valeurs des moments de stabilité des deux types, sous des inclinaisons du bateau variant de 0° à 80°. Non seulement le moment de stabilité a gagné en valeur absolue, mais la stabilité maximum, au lieu de correspondre comme autrefois à un angle d'environ 25° et de décroître rapidement au delà, correspond maintenant à 40° environ et conserve longtemps une valeur considérable. En résumé, le travail nécessaire pour incliner le bateau jusqu'au point où il peut chavirer, et qui est représenté par l'aire comprise entre l'axe des abscisses et la courbe de stabilité, est devenue presque double de ce qu'il était dans le type initial. Un tel résultat est des plus rassurants. Espérons qu'il évitera le retour d'accidents semblables à ceux que nous avons eu à déplorer.

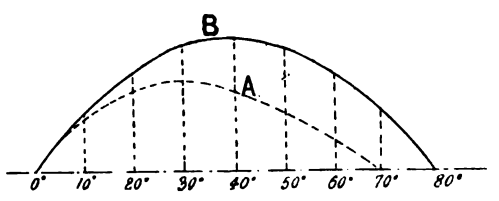


FIG. 2.

Gérard LAVERGNE.
Ingénieur civil des Mines.

RÉPARATION EN MER DE L'ARBRE D'UN GRAND PAQUEBOT

Le 15 mai dernier, le paquebot *Veendam* de la ligne Royal Netherlands des Etats-Unis, eut son arbre d'hélice rompu au milieu de l'Atlantique. Cet accident détermina la destruction de l'un des paliers et de graves détériorations au palier de butée. La fente s'étendait en diagonale sur une longueur de 0m 55.

L'arbre a 0m 41 de diamètre, 6m 625 de long, et pèse environ 10 tonnes.

Au moment de la rupture, la portion voisine de la machine agit comme une came, et poussant latéralement l'autre, amena la rupture de deux des accouplements, et des avaries au palier de butée. On releva l'arbre, on remit les boulons brisés des accouplements, et on appliqua sur la fente un manchon d'accouplement du système Thompson. Ce dernier est formé de trois pièces avec un renflement au centre pour pouvoir embrasser les brides ordinaires. Chacune des trois pièces porte des brides dans lesquelles on introduit des boulons qui permettent de les serrer les unes contre les autres, et d'assurer ainsi le contact entre le manchon et l'arbre. Le travail était d'ailleurs fort difficile à exécuter, le tunnel ne donnant pas à plus de quatre hommes la place nécessaire pour travailler.

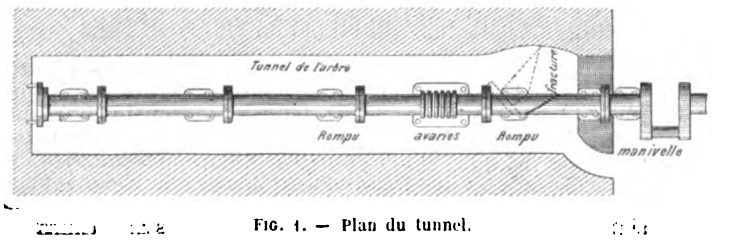


FIG. 1. — Plan du tunnel.

Au bout de trois jours, on remit les machines en petite marche, mais après sept heures de fonctionnement, les oscillations de l'arbre déterminèrent la rupture de 8 boulons d'assemblage et le manchon Thompson se brisa. On arrêta de nouveau les machines et on renforça l'assemblage par des chaines et des câbles en fil de fer, comme

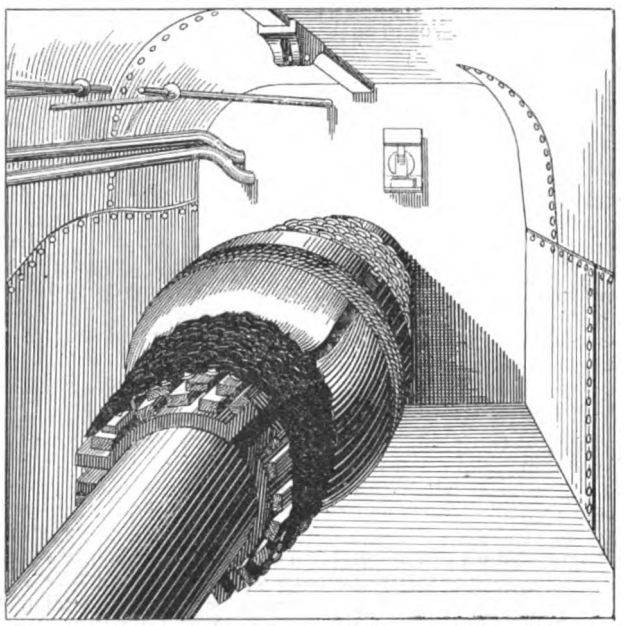


FIG. 2. — Réparation d'un arbre de paquebot avec un manchon d'accouplement Thompson.

l'indique la figure 2, empruntée, ainsi que cette description au *Scientific American*. Après les avoir tendus autant que possible, on chassa entre eux et le manchon des coins en bois, sous l'action desquels on obtint enfin assez de frottement pour mettre l'hélice en mouvement. Grâce à cette réparation, le navire put reprendre sa marche à vitesse réduite, et atteignit New-York 12 jours après l'accident.

R.

ÉLECTRICITÉ

LE MONTE-ESCALIERS ÉLECTRIQUE

L'électricité, sous toutes ses formes, pénètre, de plus en plus, dans les usages des agglomérations humaines. La télégraphie rapide, la téléphonie, les machines électriques avec leurs applications si diverses à l'éclairage, à la métallurgie, au transport mécanique du travail dans les ateliers, ont depuis une quinzaine d'années présenté d'incessants progrès.

A côté des grandes applications d'ordre industriel, il en est un grand nombre d'autres, d'allure plus modeste, qui ne répondent pas moins à nos besoins journaliers et nous rendent une foule de petits services dont on apprécie mieux, de jour en jour, la nécessité.

Il faut citer, dans cet ordre d'idées, l'interessant monte-escaliers électrique que M. J.-A. Amiot, Ingénieur, a exposé cette année même à l'Exposition du Travail, au Palais de l'Industrie, et qui a obtenu un très légitime succès.

Il s'agit, en somme, d'une utilisation pratique de l'énergie électrique réalisée dans des conditions remarquables de simplicité et de sécurité.

Voici la brève description de cet appareil que tous les visiteurs de la belle exposition organisée par M. L. Ducret ont pu voir fonctionner sous leurs yeux et se prêter à toutes les expériences.

Tout le monde aujourd'hui, propriétaire ou locataire, est d'accord sur l'utilité et parfois même, dans nos grandes maisons modernes aux interminables étages, sur la nécessité de l'ascenseur. Grâce à lui, les appartements élevés sont plus agréables à habiter que les autres, car l'air y est plus pur et plus sain, les poussières et les bruits de la rue n'y parviennent que difficilement.

Mais les nécessités de l'installation rendent difficile et souvent impossible l'emploi de l'ascenseur. La cage qui lui est nécessaire est vaste, et l'emplacement qu'elle réclame ne se rencontre que rarement dans les maisons anciennement construites : il faut alors s'installer dans la cour où les voitures ne peuvent souvent plus entrer. La tige des ascenseurs mécaniques est haute et nécessite le creusement d'un puits très profond que la nature du sous-sol ne permet pas toujours d'établir sans de très grandes difficultés.

En plus de la dépense d'installation généralement élevée, il faut compter, chaque année, sur une somme importante pour la ma-

Digitized by Google

Digitized by Google

CANAL DE LA BALTIQUE

Fig. 1 à 5. Creusement du Canal dans les tourbières mouvantes

Fig. 3. Coupe transversale

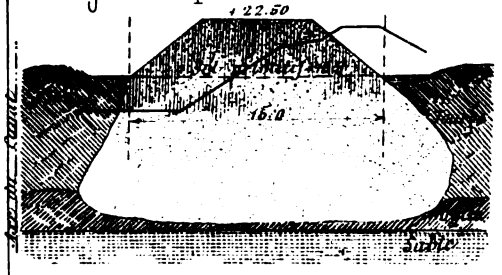


Fig. 1. Elévation.

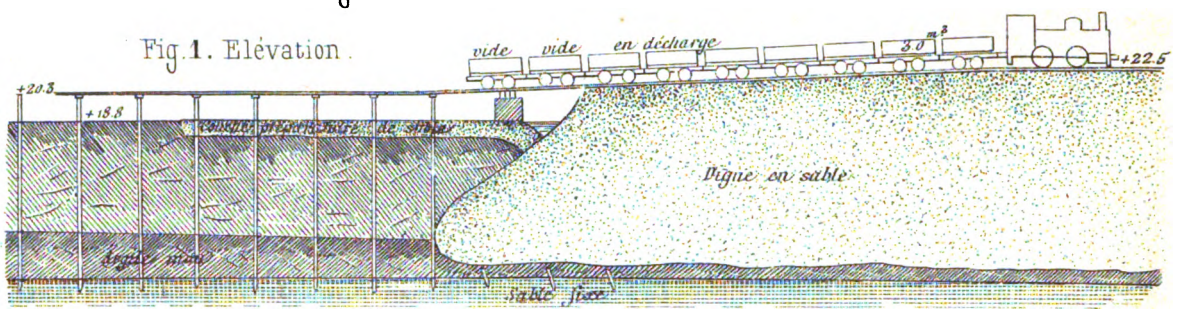


Fig. 4. Coupe par AB

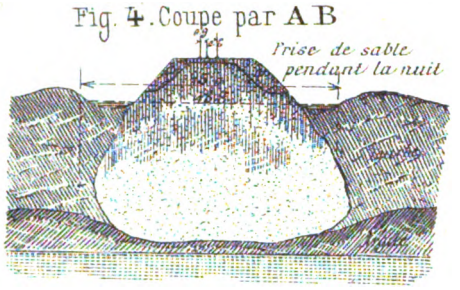


Fig. 2. Plan

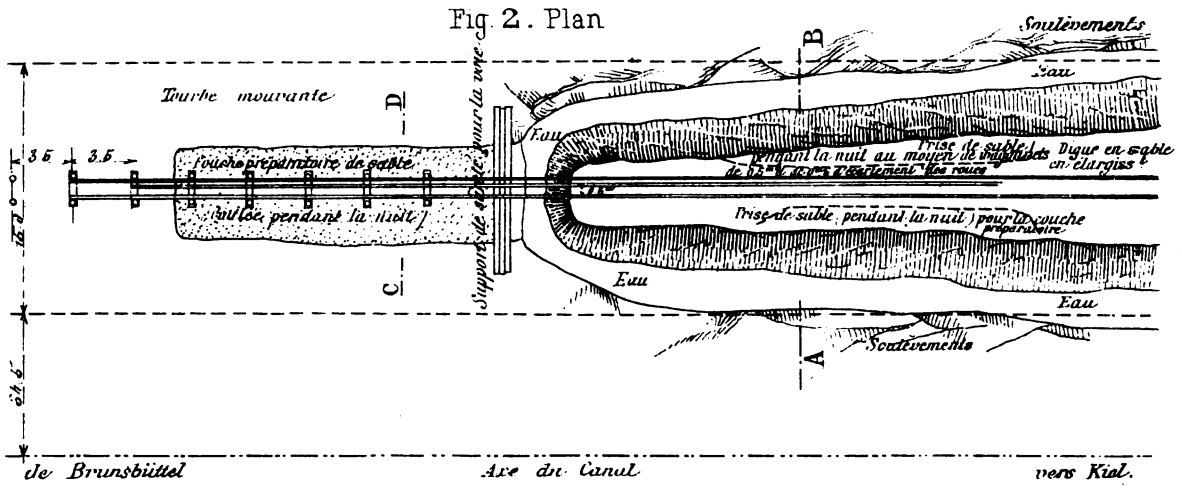


Fig. 5 Coupe par CD

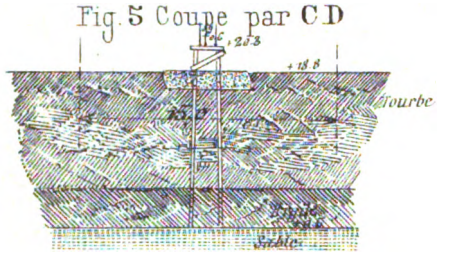


Fig. 6 à 10. Creusement du Canal dans les tourbières plus résistantes.

Fig. 8. Coupe transversale.

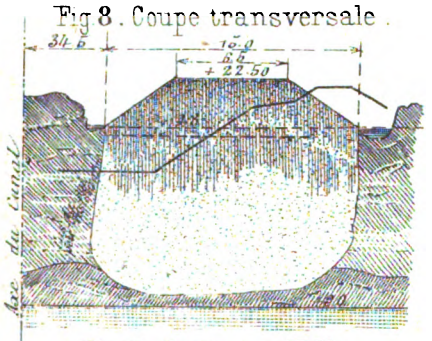


Fig. 6. Elévation

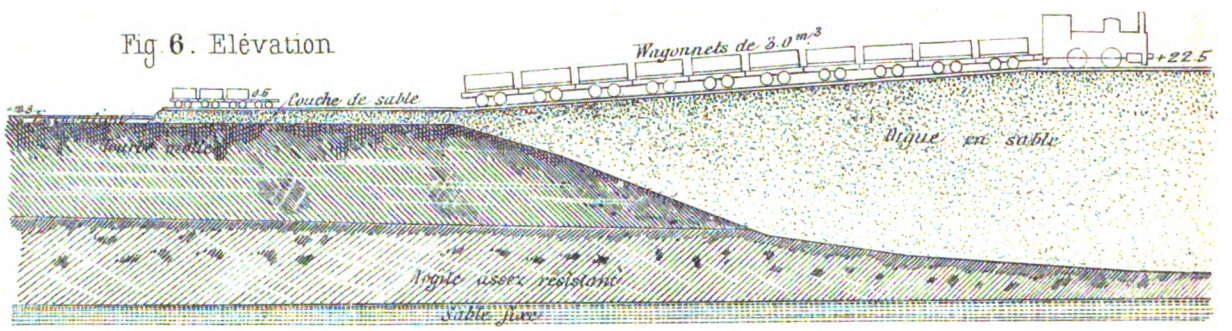


Fig. 9. Coupe par EF

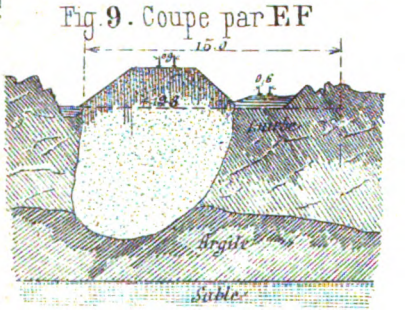


Fig. 7. Plan.

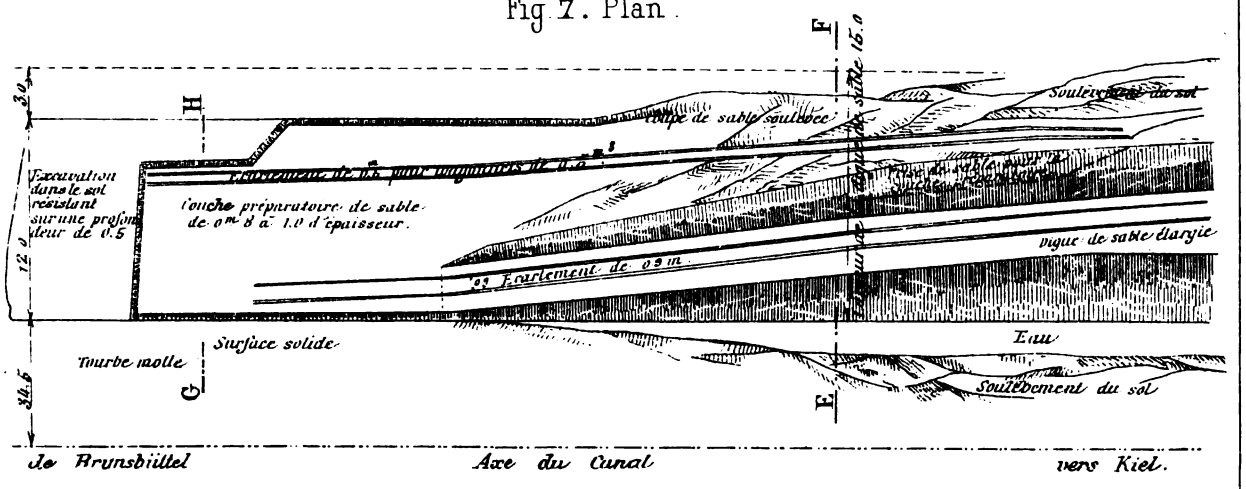
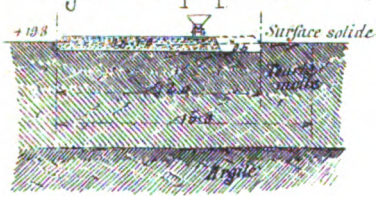


Fig 10. Coupe par GH



Echelle de 0.002 par Mètre.

Imp. G. Derval et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

nœuvre même de l'appareil; cette somme est parfois telle que certains propriétaires, après avoir fait la dépense d'établissement d'un ascenseur dans leur immeuble, l'ont laissé immobile pour éviter les dépenses de fonctionnement et d'entretien.

Ajoutons que l'ascenseur hydraulique, sauf le cas de certains perfectionnements apportés par des constructeurs spéciaux, est tributaire de la distribution d'eau de la maison et du quartier dans lequel elle se trouve. Quelques graves accidents en sont résultés et ce n'est pas faire un procès injuste à cet ingénieux appareil que de dire qu'il soulève souvent des méfiances justifiées de la part du public, on hésite, fût-on même mécanicien, à s'enfermer dans la cage qui sommeille au bas de la maison et à s'en remettre, le bouton tiré, à la bonne organisation mécanique d'un appareil visité et vérifié de temps à autre. Ce n'est point là de la pusillanimité, car il est certain que l'on ne saurait sauter hors de l'ascenseur qui vous emporte ni l'arrêter aisément si quelque accident s'est produit dans sa force motrice. Il en est des accidents d'ascenseurs comme des accidents de chemins de fer; ils sont relativement rares, mais toujours graves et fâcheux.

M. Amiot s'est proposé de remédier aux inconvénients généraux que nous venons de signaler en recourant à l'électricité comme force motrice, sans avoir à tenir compte ni des rampes, ni de la largeur de la cage.

L'idée d'utiliser l'énergie électrique pour le fonctionnement des ascenseurs ordinaires au lieu d'employer l'énergie hydraulique n'est pas nouvelle : il y avait déjà un ascenseur de ce genre à l'Exposition d'électricité de 1881 et, depuis lors, on en a réalisé quelques types analogues. Mais là n'est pas la question et l'inventeur ne s'est pas proposé d'adapter l'énergie électrique au fonctionnement d'un appareil connu : c'eût été retrouver la plupart des inconvénients que nous avons signalés. C'est au dispositif même qu'il s'est attaqué et voici comment :

Le monte-escaliers électrique se compose, dans ses parties essentielles, d'un chariot, roulant sur deux rails superposés et portant un

Fig. 1. — Monte-escaliers électrique.

siège, puis, d'un treuil électrique qui actionne le chariot au moyen d'un câble en acier guidé par des galets.

Cette description sommaire, que le dessin ci-joint (fig. 1) fera mieux comprendre, montre la simplicité de la disposition adoptée.

La sécurité est complète, grâce à la forme enveloppante du siège, laquelle exclut toute appréhension en présentant toujours à la personne qui monte ou qui descend un point d'appui invariable. De plus, un frein à excentrique arrête l'appareil sur la hauteur d'une marche, c'est-à-dire sur la hauteur de 25 centimètres environ dans le cas improbable où le câble métallique, calculé pour résister à une traction de 6 000 kilogr., viendrait à se rompre. Des expériences faites à l'Exposition du Travail en simulant un accident de ce genre ont constamment réussi.

Le monte-escaliers a l'avantage de ne prendre, en largeur, que 30 centimètres environ de la marche de l'escalier, un peu moins que n'en prend une personne montant ou descendant et cela, vers la rampe, c'est-à-dire, dans la partie forcément inutilisée pour la circulation. Il s'adapte, comme on a pu le constater, à tous les escaliers existants, sans exiger de modification essentielle ni aucun travail de maçonnerie : on fixe simplement à la rampe, qui s'en trouve solidarisée et renforcée, au moyen de boulons, les deux rails servant au passage du chariot.

Quant au courant électrique mis en jeu, outre qu'il est très faible, les conducteurs qui le transportent sont hors de portée de la main : aucune secousse n'est possible. La prise du courant se fait par un simple raccord avec les fils de distribution du secteur desservant la rue. Pour les cas exceptionnels où la canalisation n'existe pas, on peut installer un moteur à gaz, à pétrole, à air comprimé, des piles ou des accumalateurs. L'installation électrique se prête naturellement à l'éclairage de toute la maison et de l'escalier, indépendamment de l'élévation des visiteurs.

Le prix d'une ascension, d'après l'inventeur, est environ de 0 fr. 003 par étage, soit 0 fr. 30 pour 100 ascensions; soit pour un an, à 100 ascensions par jour, 109 fr. 75; c'est à-dire une fraction entièrement réduite de la dépense d'un ascenseur hydraulique. L'installation première est peu coûteuse : 1 200 à 1 500 francs pour le premier étage, 400 à 500 francs pour chaque étage supérieur, suivant la forme de l'escalier.

Ajoutons que la manœuvre du monte-escaliers est d'une simplicité extrême : la personne qui se sert de l'appareil le dirige elle-même par le déplacement d'un levier qu'elle a sous la main et autour duquel sont marqués les mots : *Montée, Arrêt, Descente;* des boutons d'appel placés en haut et en bas permettent d'appeler l'appareil en quelque point de l'escalier qu'il se trouve, et un système de sûreté particulier empêche toute fausse manœuvre. Enfin, l'appareil s'arrête automatiquement à fin de course, de sorte qu'il n'y a à craindre aucun oubli ni aucune négligence de la part de la personne qui s'en sert.

En résumé, M. Amiot nous paraît avoir réalisé avec le monte-escaliers qu'il a combiné, un appareil pratique, utilisable dans un escalier quel qu'il soit, sans grands frais, ne jetant aucune perturbation dans l'usage de l'escalier lui-même, car il ne fait aucun bruit et prend une place extrêmement restreinte, réalisant des avantages sérieux pour les locataires au point de vue de la facilité d'habiter des étages élevés, et aussi pour les propriétaires qui pourront louer plus facilement ces mêmes appartements.

Cet appareil mérite d'être classé au premier chef parmi les applications de « l'électricité dans la maison » que nous avons rappelées au début de cet article et qui vont chaque jour en se développant dans une série de progrès ininterrompue.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

AÉRO-HUMECTEURS
Système A. Schmid et A. Koechlin.

Une des questions qui s'imposent de jour en jour d'une manière plus sérieuse est celle qui concerne le renouvellement de l'air des salles des établissements industriels.

Renouveler l'air d'une salle quelconque au moyen de la ventilation n'est pas une difficulté ; mais ce qui a été moins facile à obtenir c'est le renouvellement de l'air fait, non seulement dans des conditions ne nuisant pas à l'industrie, mais encore dans des conditions permettant une amélioration dans la marche et le rendement des machines.

Ce sont les établissements de filature et de tissage de coton, laine, soie, etc., qui ont eu le plus de peine à être dotés d'installations répondant à toutes leurs exigences.

Les matières textiles en fabrication ne se trouvent, comme tout le monde le sait, dans les conditions de bonne marche voulues que lorsque le renouvellement de l'air est accompagné en même temps de l'humidification de cet air.

Le problème a été résolu jusqu'ici à l'aide de différents systèmes ; mais on peut dire que deux principes seuls ont été la base des installations variées qui sont en fonction. Ces deux principes sont, d'une part : celui de l'air qui a été mouillé par de l'eau pulvérisée sous une forte pression ; d'autre part : celui de l'air humide obtenu par l'insufflation, dans les salles, de volumineuses quantité d'air qui ont passé sur de grandes surfaces mouillées d'eau.

Le principe de l'air mouillé par de l'eau pulvérisée a provoqué la construction de différents appareils qui ont tous donné, à peu près, les mêmes résultats.

Ce système, très employé jusqu'ici, a, comme on l'a vu partout, l'inconvénient de ne pas répartir convenablement l'humidité dans tous les points d'une même salle, parce qu'il y a excès d'humidité dans les environs immédiats des appareils. En effet, pour que l'air soit, en tous points, suffisamment et également humidifié, il faut que l'on aperçoive, sur un parcours assez long, la buée qui s'échappe des appareils ; car c'est dans ce cas seulement que l'air qui n'est pas dans les environs immédiats de l'appareil est au degré hygrométrique voulu.

Pour atteindre ce but, il faudrait chasser énergiquement cette buée dans l'atmosphère des salles ; mais alors on se heurterait au grave inconvénient de la formation et de l'entraînement de gouttes d'eau et à l'effet nuisible de leur projection sur le sol, sur les machines et sur les matières en fabrication. Bien que l'on n'emploie pas ce moyen, cet inconvénient se fait cependant sentir dans une certaine mesure, car lorsque dans une salle de filature, par exemple, certains métiers se trouvent arrêtés, on remarque qu'entre ces métiers le sol, au bout de peu d'instants, finit par se mouiller. Il en serait de même entre les métiers en marche si les allées et venues continuelles des ouvriers qui y sont occupés ne faisaient disparaître au fur et à mesure les traces de cette trop grande humidité.

L'expérience a prouvé que l'air des salles, pour être dans les mêmes conditions avantageuses pour la fabrication, doit faire indiquer à

Digitized by Google

l'hygromètre à cheveu 8 à 10 degrés de plus dans le cas des installations à pulvérisateurs que dans le cas de celles procédant par air humide.

L'emploi de l'air humide est donc indiqué et pour atteindre le but désiré on s'est servi jusqu'ici d'installations composées de grands ventilateurs chassant dans les salles, au moyen de canalisations en bois, l'air humidifié par son passage sur de grandes surfaces mouillées.

Ce problème présente de grandes difficultés. On a à lutter contre la perte d'humidité provenant des condensations produites par les frottements de l'air le long des parois des canalisations ; on perd par la contre-pression une énorme quantité d'air, on encombre le plafond des salles de canalisations volumineuses, et il faut une construction spéciale à fleur de terre ou un sous-sol pour l'installation des appareils qui doivent donner les grandes surfaces arrosées d'eau. Il est incontestable que l'emploi de l'air humide est de beaucoup préférable à celui de l'air humidifié par des pulvérisateurs d'eau ; mais il faut, si l'on veut rester dans les limites acceptables par l'industrie, arriver à fournir cet air humide, dans les énormes quantités voulues, avec des appareils simples et robustes et demandant peu de soins et de surveillance.

M. A. Schmid, Ingénieur-constructeur à Zurich, en collaboration avec M. A. Koechlin, manufacturier à Mulhouse, est arrivé, après de longues recherches, à imaginer et à construire l'appareil représenté dans la figure 1 ci-jointe.

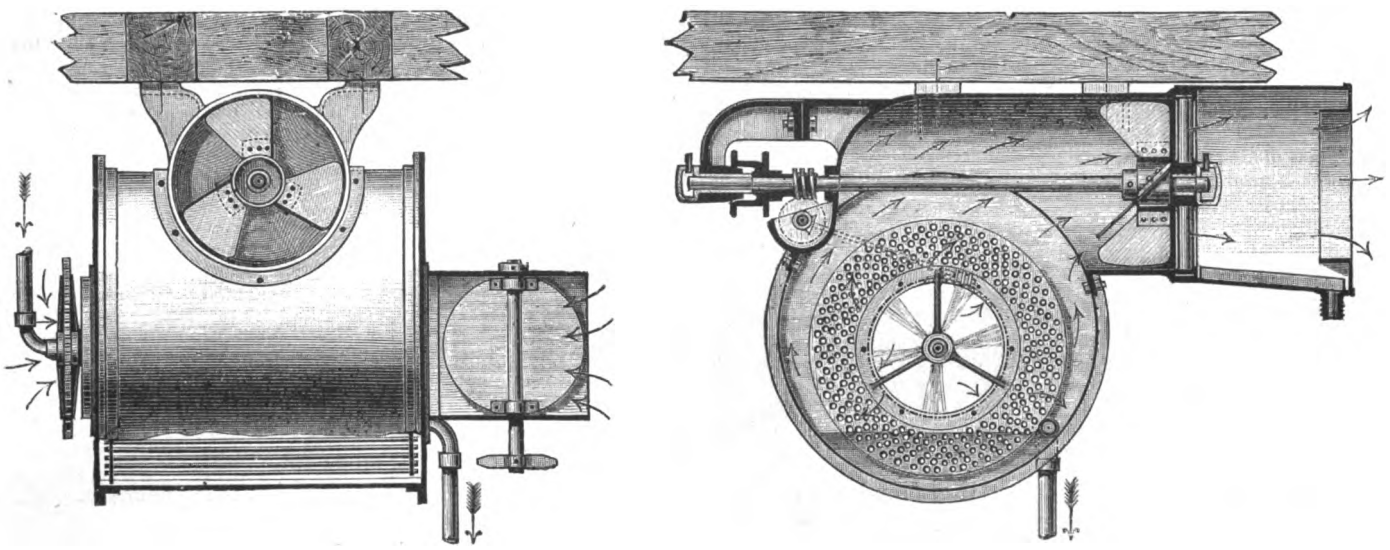


Fig. 1. — Aéro-humidificateur. — Élévation et coupe.

Cet aéro-humecteur est composé d'un ventilateur marchant à deux mille tours et chassant dans l'atmosphère des salles l'air du dehors ou l'air des salles aspiré au travers d'un tambour tournant lentement dans l'eau et portant une couronne de baguettes en bois dont le développement donne une grande surface mouillée.

L'eau arrive sans pression dans l'arbre creux du tambour et se répand, avant de prendre son niveau maintenu constant dans l'appareil, sur des balais en bois au travers desquels passe l'air aspiré par le ventilateur.

Cet air, tout en s'humidifiant en partie par son passage sur ces balais, se débarrasse sur eux des impuretés qu'il a entraînées avec lui et, en passant encore au travers des baguettes du tambour, il est expulsé à saturation presque complète par ce ventilateur.

Ces aéro-humecteurs fonctionnent en grand nombre déjà dans plusieurs établissements de différents pays et ont partout donné les meilleurs résultats, tant sous le rapport de leur réelle puissance productrice d'air humide, permettant un renouvellement effectif de l'air de deux fois par heure au minimum au moyen des appareils disposés uniquement dans ce but, que sous celui du rafraîchissement, en été, de l'air des salles.

Ces appareils ont de plus l'avantage :

1° De ne nécessiter qu'une tuyauterie simple et légère par suite de leur alimentation d'eau sans pression ;

2° De ne jamais se boucher ;

3° De ne demander, tous les deux ou trois mois, pour leur nettoyage, que quelques minutes pour sortir les balais chargés d'impuretés et les remplacer par des balais neufs ou d'autres ayant déjà servi et qui ont subi un lavage ;

3° De ne projeter aucune goutte d'eau sur les matières de fabrication ;

4° De ne provoquer aucune oxydation des organes brillants et polis des machines ;

5° De n'exiger aucune surveillance spéciale ni aucun soin autre que le graissage indispensable à toute machine ;

6° De permettre d'alimenter chaque appareil au moyen de l'air extérieur ou de l'air pris dans les salles et dans les proportions désirées.

En outre, comme le prouvent certaines attestations, on a remarqué dans plusieurs établissements une augmentation notable de la production en même temps qu'une diminution du personnel de fabrication.

Ces appareils, dont le ventilateur doit faire 2 000 tours à la minute, donnent chacun, par heure, 2 000 à 2 500 mètres cubes d'air marquant de 92 à 96 degrés à l'hygromètre, rafraîchis en été dans des proportions notables, variant avec le degré de température de l'eau qui les alimente, et réchauffés ou maintenus à une température convenable en hiver au moyen de l'eau de condensation des moteurs à vapeur.

La quantité d'eau nécessaire à chaque appareil peut être évaluée, en marche normale et suivie, à 4 ou 5 kilogrammes par heure. Cette quantité varie continuellement suivant le degré hygrométrique de l'air entrant dans les appareils. En effet, si cet air est très sec, il absorbera plus d'eau pour sortir à saturation à peu près complète qu'il n'en absorbera si l'air extérieur ou l'air de la salle sont déjà humidifiés dans des conditions convenables. On a vu plus haut que l'industrie des matières textiles exige de l'humidité pour le renouvellement de l'air.

Cette obligation n'existe pas pour le renouvellement de l'air qui serait demandé pour des hôpitaux, théâtres, caves, etc., etc., où l'on ne rechercherait, par exemple, que le rafraîchissement de l'air ou son maintien à une température déterminée.

Dans ce cas, ces appareils, que nous venons de décrire et dont le fixage aux plafonds ou à des poutres est des plus simples, seraient tout indiqués.

F. Delannoy,
Ingénieur civil.

HYDRAULIQUE

NOUVEAU TRAITÉ D'HYDRAULIQUE

par M. A. Flamant, *Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées* (1).

L'encyclopédie des Travaux publics dont M. C. Lechalas, Inspecteur général de Ponts et Chaussées, poursuit la publication avec un remarquable talent, vient d'ajouter aux ouvrages de sa collection que nous avons déjà signalés, un *Traité d'hydraulique* dû à M. A. Flamant, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, le savant professeur de l'Ecole Centrale et de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

Conçu sur un plan nouveau, comprenant un grand nombre de tables numériques qui fournissent sans travail et sans erreur les solutions immédiates dont l'Ingénieur a besoin, résumant enfin un grand nombre de travaux récents épars dans les ouvrages spéciaux français et étrangers, le livre de M. Flamant mérite une mention particulière.

(1) *Mécanique appliquée. Hydraulique.* par A. Flamant. — *Encyclopédie des Travaux publics.* — Baudry et Cie, éditeurs, Paris, 1891.

Ainsi que les autres sciences appliquées, l'*hydraulique* n'était, en effet, à ses débuts, qu'un art purement empirique. Les auteurs des remarquables ouvrages d'aménagement et de conduite des eaux exécutés dans l'antiquité et au moyen âge se guidaient par des règles que la tradition leur avait transmises, qu'ils perfectionnaient sans doute peu à peu, mais qui ne sont pas arrivées jusqu'à nous. A la fin du siècle dernier, ces traditions étaient perdues et la science n'était pas encore établie, l'ignorance était complète. Voici ce que Du Buat écrivait en 1786, dans le *Discours préliminaire de ses Principes d'hydraulique.*

« On sait que jusqu'à présent nos connaissances en hydraulique sont extrêmement bornées; car, quoique de grands génies s'y soient appliqués en différents temps, nous sommes encore, depuis tant de siècles, dans une ignorance presque absolue des vraies lois auxquelles le mouvement de l'eau est assujetti; à peine, depuis cent cinquante ans, a-t-on découvert, à l'aide de l'expérience, quelle est la durée, la quantité et la vitesse de l'écoulement de l'eau par un orifice quelconque.

» Tout ce qui concerne le cours uniforme des eaux qui arrosent la surface de la terre nous est inconnu; et, pour se faire une idée du peu que nous savons, il suffit de jeter un coup d'œil sur ce que nous ignorons. Faut-il apprécier la vitesse d'un fleuve dont on con-

Digitized by Google

nait la largeur, la profondeur et la pente; déterminer à quelle hauteur il élèvera ses eaux, s'il vient à recevoir un autre fleuve dans son lit; prévoir de combien il baissera si on lui fait une saignée; fixer la pente qui convient à un aqueduc, pour conserver à ses eaux une vitesse donnée, ou la capacité du lit qui lui convient pour amener dans une ville, avec une pente donnée, une quantité d'eau qui suffise à ses besoins; tracer les contours d'une rivière de telle sorte qu'elle ne travaille point à changer le lit dans lequel on l'a enfermée; prévoir l'effet d'un redressement, d'une coupure, d'un reversoir; calculer la dépense d'un tuyau de conduite dont la longueur, le diamètre et la charge sont donnés; déterminer de combien un pont, une retenue, une vanne feront hausser les eaux d'une rivière; marquer jusqu'à quelle distance ce remous sera sensible et prévoir si le pays n'en deviendra pas sujet aux inondations; calculer la longueur et les dimensions d'un canal destiné à dessécher des marais perdus depuis longtemps pour l'agriculture; assigner la forme la plus convenable aux entrées de canaux, aux confluents ou aux embouchures des rivières; déterminer la figure la plus avantageuse à donner aux vaisseaux ou aux bateaux, pour fendre l'eau avec le moindre effort; calculer en particulier la force nécessaire pour mouvoir un corps qui flotte sur l'eau; toutes ces questions et une infinité d'autres du même genre sont encore insolubles. Le croirait-on? On ignore presque encore à quoi est égal le choc de l'eau, quand elle frappe directement un plan; à plus forte raison quand elle se meut contre des surfaces convexes de toute espèce.

» Tout le monde raisonne sur l'hydraulique, mais il est peu de personnes qui l'entendent. »

La nomenclature des questions posées par Du Buat constitue à peu près le programme de l'ouvrage de M. Flamant : on voit, en le parcourant, comment les travaux exécutés depuis un siècle permettent de répondre d'une façon plus ou moins complète à chacune d'elles. Les travaux de Du Buat, ceux de Prony, d'Eytelwein, de d'Aubuisson et d'un grand nombre d'autres savants ou expérimentateurs ont contribué à l'établissement des principes fondamentaux de la science. Plus récemment, ceux de Darcy et surtout ceux de M. Bazin, au point de vue expérimental, et ceux de M. Boussinesq pour la théorie, ont ouvert la véritable voie dans laquelle il convient de s'engager pour la perfectionner.

Assurément il reste encore bien des incertitudes, et les solutions ne peuvent être considérées comme rigoureuses ni définitives; mais elles sont en général suffisantes pour les besoins de la pratique, si elles sont judicieusement appliquées. Nulle part comme en hydraulique il n'est plus important de bien se rendre compte des conditions dans lesquelles on peut employer les formules : ces conditions sont tellement variées que l'on ne peut en envisager, dans les solutions, qu'un petit nombre à la fois; et il est nécessaire d'avoir toujours présentes à l'esprit les hypothèses simplificatives que l'on a été obligé de faire pour obtenir les formules dont on veut se servir. On s'expose, autrement, à commettre les erreurs les plus graves.

Il ne faut, le plus souvent, prendre les résultats des formules que comme de premières indications qui doivent être interprétées, rectifiées ou complétées par la considération des circonstances spéciales relatives au cas particulier que l'on a vue.

Cela peut se dire aussi des coefficients numériques, déduits de l'expérience, dont on les affecte.

Mais alors, dans le choix à faire entre les divers coefficients proposés, on ne peut plus se laisser guider par le seul raisonnement : c'est la pratique, et seulement une longue pratique, qui peut indiquer les corrections à faire subir à ces coefficients et les meilleures valeurs qu'il convient de leur attribuer dans les diverses circonstances. Aussi l'auteur a-t-il donné avec raison un grand nombre de ces coefficients et même de tables numériques correspondant à diverses formules.

Voici comment se répartissent entre les dix chapitres de l'ouvrage, les différentes matières qui y sont traitées d'après les travaux des nombreux savants, hydrauliciens et Ingénieurs qui, depuis un siècle, ont apporté leur contingent à l'avancement de cette science, Saint-Venant, Dupuit, Dausse, Kleitz, Graëff, M. Lechalas, M. Fargue, etc.

Le premier chapitre est consacré à résumer sommairement les principes généraux de l'*Hydrostatique* ou de l'équilibre des fluides, dont la connaissance est nécessaire pour l'étude de leur mouvement. A propos de la stabilité de l'équilibre des corps flottants, on trouve dans ce chapitre une démonstration, due à Rankine, de la propriété principale du métacentre, plus simple bien qu'un peu moins générale peut-être, que celle que l'on en donne ordinairement.

Avec le chapitre II commence l'étude du mouvement des liquides et des conditions générales de ce mouvement. Après les équations générales de l'hydrodynamique, on y trouve l'équation fondamentale de l'hydraulique de laquelle se déduit immédiatement, pour le mouvement permanent, le théorème de Bernouilli. L'étude du mouvement uniforme, qui vient ensuite, a donné à l'auteur l'occasion de définir le frottement intérieur des liquides et de rappeler une remarquable expérience faite par M. Couette, rapportée par lui dans sa thèse de doctorat du 30 mai 1890, et qui est de nature à apporter une vive lumière sur les conditions, encore si peu connues, de ce frottement. L'expression du coefficient du frottement intérieur, donnée par M. Boussinesq, sert ensuite à établir les formules générales du mouvement uniforme dans une section circulaire ou demi-circulaire, ainsi que dans une section rectangulaire très large.

Après toutes ces généralités sur le mouvement des liquides vient l'étude des circonstances accidentelles de ce mouvement, qui constitue le chapitre III, que l'on pourrait intituler : étude des points singuliers des courants liquides. On y trouve d'abord les lois de l'écoulement par des orifices en mince paroi ou en paroi épaisse, avec les coefficients de débit qui ont été proposés soit par Poncelet et Lesbros, soit par M. Graeff, soit en dernier lieu par M. Hamilton Smith, Ingénieur américain qui a publié en 1886 un important ouvrage où sont discutées toutes les expériences connues, y compris les plus récentes, sur ce sujet. Les diverses causes de perte de charge : l'élargissement brusque de la section d'écoulement, le passage à travers une section rétrécie, l'entrée dans un tuyau, le passage dans les coudes, forment un paragraphe spécial de ce chapitre, qui comprend ensuite l'étude de l'écoulement par les ajutages, puis par les déversoirs.

Pour le paragraphe relatif aux déversoirs, M. Flamant a emprunté la théorie aux travaux les plus récents de M. Boussinesq, qui est parvenu, au moyen d'une hypothèse simple mais assez plausible sur la forme des trajectoires des filets liquides, à donner une explication parfaite de l'écoulement par un déversoir en mince paroi. Les expériences nombreuses et précises de M. Bazin ont confirmé ces vues théoriques jusque dans leurs plus petits détails. De cette première partie, il résulte que le coefficient de débit des déversoirs varie dans des limites beaucoup plus étendues qu'on ne le supposait et que, par suite, les débits que l'on calculait avec un coefficient unique sont souvent fort éloignés de la réalité.

Après quelques exemples d'application des formules établies dans les paragraphes précédents, l'auteur continue l'étude des points singuliers des cours d'eau par celle du ressaut superficiel, d'après les travaux de M. Bazin et ceux de M. Boussinesq. La division des cours d'eau en deux catégories, les rivières et les torrents, s'y trouve faite d'après la distinction qui a été établie par ce savant, dans son *Essai sur la théorie des eaux courantes*. Le chapitre III se termine par une étude très sommaire des tourbillons liquides d'après M. Boussinesq.

Le chapitre IV est consacré aux tuyaux de conduite. L'étude de l'écoulement dans les tuyaux est relativement simple, elle ne donne lieu à aucune particularité intéressante; la seule difficulté consiste à choisir une formule qui donne la vitesse moyenne en fonction du diamètre et de la charge. L'auteur cite un grand nombre de celles qui ont été proposées, avec les coefficients correspondants. En France on se sert, presque exclusivement, soit de celle de Prony, soit de celle de Darcy, ou des tables qui en ont été déduites. A l'étranger, au contraire, c'est la formule et les tables de Weisbach qui sont le plus usitées. M. Flamant en propose une autre, qui donnera le plus souvent des résultats intermédiaires entre celles-là; elle présente, en apparence, plus de complication, mais son emploi est rendu facile par les tables numériques qui en ont été déduites.

La résolution de quelques-uns des problèmes les plus ordinaires auxquels donne lieu l'établissement des tuyaux de conduite forme la partie la plus importante de ce chapitre, qui se termine par une étude très sommaire des conditions de l'écoulement, c'est-à-dire de la répartition des vitesses dans un tuyau circulaire.

L'étude des cours d'eau commence avec le chapitre V; elle se divise en deux parties principales : la première s'applique aux canaux découverts ou aux cours d'eau de section transversale et de pente constantes contenus dans un lit de forme invariable. Après y avoir donné les formules du mouvement uniforme, l'auteur étudie d'après M. Bazin et M. Cunningham, la loi de la répartition des vitesses aux divers points de la section transversale, et, après quelques applications des formules spéciales, il considère le mouvement permanent varié, ou la théorie des remous d'exhaussement et d'abaissement; il emprunte à Dupuit une grande partie de ce paragraphe, ainsi que du suivant où sont calculés les effets d'un étranglement ou d'un élargissement du lit.

La seconde partie de l'étude des cours d'eau, consacrée aux cours d'eau naturels, forme le chapitre VI. Par opposition aux canaux qui font l'objet du chapitre précédent, l'auteur considère alors les cours d'eau à fond mobile et les conditions nouvelles qui résultent de la mobilité du lit. Après avoir rappelé la loi primordiale exprimant l'équilibre des matériaux du fond, déjà énoncée par Guglielmini, il donne une explication sommaire de l'entraînement et de la suspension de ces matériaux, puis une théorie de l'équilibre des rivières à fond de sable d'après M. Lechalas. Abordant ensuite la question de l'influence de la forme des rives, il résume les importants travaux de M. Fargue sur ce sujet et constate que la correction des rivières par l'établissement de digues longitudinales a les conséquences suivantes : l'abaissement des hauts fonds du thalweg : la diminution de la pente et l'abaissement de l'étiage vers l'amont.

Cet abaissement peut produire en amont, ou la chute des rives, si elles ne sont pas suffisamment protégées, ou bien des rapides raccordant l'ancien niveau avec le niveau abaissé. Ces désordres ne peuvent être évités que si l'on établit, dans le lit, des barrages de soutènement, ou seuils résistants, en des points convenablement choisis. La construction de ces seuils, dans le lit, peut d'ailleurs être complétée par l'établissement de hausses ou barrages mobiles augmentant le tirant d'eau et les chutes à racheter par des écluses.

Chacun de ces barrages de soutènement du lit localise en un point l'effet de la diminution de pente produite par le règlement des rives. Quand la pente est faible, on peut arriver à une solution définitive, sans écluses, en maintenant ainsi la pente naturelle dans chaque section de rivière après avoir régularisé les rives. Si au contraire la pente est forte, on laisse le nouveau tracé des rives produire son effet sur des sections séparées par de véritables barrages créant des chutes où l'on établit des écluses. Mais si, dans un cours d'eau à forte pente, on place ces barrages, qui, construits sur une partie seulement de la la largeur et alternativement sur chaque rive, portent alors le nom d'épis noyés, assez près les uns des autres pour que le fond conserve sa pente générale, on arrive à créer une vitesse moyenne trop grande qui peut rendre le cours d'eau impraticable à la remonte.

A la suite de cet exposé sommaire, M. Flamant donne, d'après

Digitized by Google

Dupuit, dans un court paragraphe, les lois de l'écoulement souterrain, ou à travers des terrains perméables, et enfin, il termine ce chapitre, consacré aux cours d'eau naturels, par l'indication des méthodes de jaugeage : par l'observation des hauteurs, par déversoirs, par flotteurs simples et doubles, par bâtons lestés, par tube de Pitot ou de Darcy, par moulinet de Woltmann ou de Harlacher.

Le chapitre suivant est consacré aux crues des cours d'eau, ou plus généralement au mouvement non permanent. Après les équations générales de ce mouvement, on trouve le résumé des travaux de M. Kleitz sur les crues, et les méthodes approximatives qu'il a employées sur le Rhône pour l'étude de ces phénomènes. L'auteur passe ensuite à la prévision des crues et, après avoir rappelé sommairement les travaux de Belgrand, il indique les méthodes proposées et adoptées par M. Allard et par M. Mazoyer pour la prévision des crues de la Seine et de la Loire. Enfin il donne quelques idées générales sur la question de l'atténuation des effets des crues par des réservoirs, digues submersibles ou insubmersibles.

Le chapitre VIII traite des mouvements ondulatoires, dont l'étude théorique élémentaire est aujourd'hui possible, grâce aux travaux de M. Boussinesq, dont les résultats se sont accordés d'une manière remarquable avec les recherches expérimentales de M. Bazin sur la propagation des ondes. L'auteur étudie d'abord les ondes de translation de forme quelconque, puis l'onde solitaire qui seule se propage sans se déformer. Il donne ensuite, d'après Gerstner une théorie élémentaire des ondes d'oscillation ou de la houle, avec quelques indications sommaires sur le clapotis, et rattache à ce chapitre les mouvements oscillatoires de l'eau dans les tubes et les colonnes liquides oscillantes proposées pour économiser l'eau dans les écluses de navigation. Enfin, le chapitre se termine par quelques indications générales sur les marées de la mer et les marées fluviales, d'après Comoy. On trouvera, dans ce dernier paragraphe, l'indication des méthodes données par M. Lechalas pour déterminer la vitesse moyenne à un instant quelconque, dans l'une des sections transversales du fleuve, dans la partie soumise à l'action de la marée ; et aussi le résumé d'un travail du professeur Cauthorne Unwin relatif au mouvement des eaux dans les estuaires et à la manière dont s'y mélangent les eaux de diverses provenances. Le chapitre se termine par quelques considérations générales sur l'amélioration des estuaires des fleuves à marée, empruntées à M. le professeur Franzius.

C'est là que se termine, à proprement parler, l'hydraulique, ou l'étude du mouvement de l'eau.

Le chapitre IX, qui suit, est relatif aux fluides élastiques. Il est impossible d'établir une théorie des mouvements de ces fluides sans s'appuyer sur les principes de la thermodynamique et, d'autre part, il était évidemment difficile de donner, dans un traité d'hydraulique où les fluides élastiques ne figurent que d'une façon accessoire, un exposé complet de la théorie mécanique de la chaleur. M. Flamant a essayé d'en établir d'une façon simple les équations générales nécessaires à l'objet spécial qu'il avait en vue : l'étude du mouvement des gaz parfaits.

Après avoir donné ces formules générales, il les applique aux réservoirs d'air en communication avec les conduites d'eau et à l'étude du mouvement des gaz. D'après M. Haton de la Goupillière, il indique la loi du mouvement varié d'un gaz remplissant un réservoir et aborde ensuite le problème, plus important, de l'écoulement des gaz par longues conduites. Les travaux de M. Arson sur le gaz d'éclairage servent encore aujourd'hui de règle aux Ingénieurs qui s'occupent de la distribution du gaz; mais il semble que les coefficients numériques qu'il a déduits de ses expériences et les tables qu'il a calculées ne sont pas applicables au transport de l'air comprimé. C'est du moins ce qui résulte d'expériences faites d'abord par M. Stockalper puis par M. Kraft et en dernier lieu par M. Riedler. Ces expériences paraissent encore trop peu nombreuses et trop peu précises pour que l'on puisse en déduire de nouveaux coefficients et une nouvelle formule ; mais l'usage des tables numériques dressées pour le calcul des conduites d'eau fournit tout au moins une approximation.

Enfin le chapitre X et dernier est relatif à la résistance des fluides, question encore très obscure, sur laquelle la théorie et l'expérience font également défaut. La théorie ne donne un résultat positif que pour le problème de l'impulsion d'une veine fluide contre un plan indéfini; lorsqu'il s'agit au contraire d'un solide soumis à l'action d'un courant indéfini, elle ne peut plus donner que des aperçus qui doivent être complétés ou rectifiés par l'observation des faits. M. Flamant indique les tentatives théoriques de Saint-Venant; puis il emprunte à Du Buat des renseignements expérimentaux et en même temps des vues qui, pour avoir été négligées pendant un siècle, ne paraissent pas moins devoir conduire à la route sur laquelle on aura le plus de chances de trouver une solution satisfaisante. De nouvelles expériences, entreprises sous la direction de M. de Mas (1), permettront sans doute de faire un progrès marqué dans la connaissance des efforts mutuels des liquides et des solides en mouvement relatif.

On voit, d'après ces indications sommaires, que la plupart des problèmes que Du Buat proposait dans son discours préliminaire se trouvent aujourd'hui, sinon définitivement résolus, au moins pourvus d'une solution à peu près suffisante pour les besoins de la pratique. Toutefois, dans bien des cas encore, les formules ne sont guère qu'un masque qui recouvre notre ignorance; il faut donc éviter de les employer sans discernement, ce qui n'a pas toujours lieu.

Cet important ouvrage est destiné aux Ingénieurs, et l'un des problèmes les plus délicats qu'ils aient à résoudre est celui du règlement des retenues d'eau. L'auteur a eu l'excellente idée de lui donner, comme annexes, les lois, arrêtés, circulaires et instructions ministérielles relatives à cette question. Il y a ajouté quelques considérations générales sur l'interprétation qui pouvait leur être donnée, et a cherché à réagir contre la tendance naturelle que l'on peut avoir à s'en tenir strictement à la lettre de ces recommandations administratives. Enfin il a donné quelques exemples d'ouvrages destinés au partage des eaux d'irrigation.

Après avoir étudié avec le soin qu'il mérite l'important ouvrage de M. Flamant, on est heureux de constater que l'on ne se trouve pas seulement en présence d'un traité technique de valeur, mais encore d'une œuvre mûrie et approfondie dans son plan général, dans les détails et dans les aperçus qu'elle ouvre sur les progrès de la science spéciale à laquelle elle est consacrée; sans rien diminuer de la valeur des traités antérieurs auxquels il se reporte d'une façon méthodique, le traité actuel les résume, les complète et accroît leur domaine; il tiendra dans l'enseignement et dans l'art de l'Ingénieur une place large et méritée.

FORIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, n° 27, p. 437.

CHEMINS DE FER

LES GRANDES VITESSES SUR LES VOIES FERRÉES

Le train d'essai de la Compagnie du Nord entre Paris et Calais.

La Compagnie du Nord a fait, le 16 octobre dernier, un train d'essai entre Paris et Calais. Ce train était composé de 12 véhicules, pour la plupart des voitures de luxe à deux essieux de la Compagnie. Son poids était de 141 tonnes. Il était remorqué par une des deux machines Compound à grande vitesse qui ont été construites récemment par la Société Alsacienne, d'après un avant-projet et un programme établis par M. du Bousquet, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie. Cette machine est timbrée à 14 kilogr.; sa surface de grille est de $2^{m2}04$; sa surface totale de chauffe de $112^{m2}55$; elle possède quatre cylindres, deux à haute pression dont le diamètre est de 0^m340, et deux à basse pression de 0^m530 de diamètre; la course des pistons pour les 4 cylindres est de 0^m640. Elle est à 4 roues accouplées d'un diamètre au roulement de 2^m114; son poids utile pour l'adhérence est de 30^t500; elle est munie d'un avant-train mobile.

L'itinéraire du train portait le départ de Paris à 3^h10 et l'arrivée à Calais-Maritime (297 kilomètres) à 6^h53, avec un arrêt de 4 minutes à Amiens. Le temps total prévu était donc de 3^h43 et le temps de marche de 3^h39.

Le programme portait défense absolue de dépasser, en aucun point des pentes, la vitesse maximum qui est atteinte ordinairement (c'est-à-dire 110 kilomètres à l'heure), toute l'accélération devant être obtenue au démarrage et sur les rampes. Ce programme a été parfaitement suivi; mais, au passage à Creil, le mécanicien a reçu le signal d'arrêt par les visiteurs, pour une boîte de voiture qui chauffait : il en est résulté un stationnement de 10 minutes. Le stationnement à Amiens a, en outre, été prolongé de 4 minutes pour la même cause. Cependant le train est arrivé exactement à l'heure à Calais-Maritime. Le temps total, ramené à l'itinéraire aurait donc été seulement de 3^h29, et le temps réel de marche a été de 3^h25.

Voici maintenant quelques chiffres permettant de mettre en lumière la rapidité des démarrages et celle des montées :

En partant de Paris, au passage devant le poteau kilométrique 2, la vitesse était de 80 kilomètres à l'heure.

Les 28 premiers kilomètres, dont 20 en rampe continue de 5 millimètres par mètre, ont été parcourus en 22′ 12″, le régime sur la rampe étant de 83 kilomètres à l'heure.

Les 22 kilomètres suivants, en pente de 5 millimètres, ont été franchis en 13 minutes, soit à la vitesse moyenne de 101 kilom. 5 à l'heure, le maximum de 108 kilomètres à l'heure n'ayant été atteint qu'en un seul point.

Au delà d'Amiens, sur une section où il n'y a que de très faibles pentes et rampes, la vitesse moyenne a été de 92 kilom. 2; en palier, la vitesse de régime était de 93 kilomètres à l'heure.

Une rampe de $7^{mm}\ 1/2$ sur 4 kilomètres a été abordée avec une vitesse de 85 kilomètres à l'heure, réduite à 76 kilomètres au sommet.

Une autre rampe de 8 millimètres sur $9^{km}\ 1/2$ a été abordée avec une vitesse de 107 kilomètres à l'heure, qui est descendue à 78 kilomètres au sommet, ce dernier chiffre étant la vitesse de régime.

Enfin, sur une pente de 8 millimètres existant sur 12 kilomètres, la vitesse moyenne a été de $102^{kil}8$ (maximum 108).

Ces expériences sont du plus haut intérêt: elles montrent quels grands progrès ont été accomplis dans le matériel et l'exploitation de nos voies ferrées françaises, avec lesquelles aucun réseau étranger ne peut sérieusement lutter actuellement, au double point de vue de la vitesse et de la sécurité, et cela, quelles que soient les légendes que l'on met périodiquement en circulation à ce sujet. Les résultats obtenus font un réel honneur à la Compagnie des chemins de fer du Nord et nous sommes heureux de les enregistrer.

M. DE N.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

CHRONIQUE DE JURISPRUDENCE

I. — *Propriété industrielle. — Brevet. — Modèle et dessin de fabrique. — Perfectionnement.*

II. — *Transport des voyageurs par chemin de fer. — Accident. — Preuve de la faute. — Responsabilité.*

I. — Jugement rendu par le tribunal correctionnel de la Seine le 31 juillet dernier :

Attendu que le 1er mars 1888, Clanchet a déposé au secrétariat du Conseil des Prud'hommes de Paris, pour l'industrie des métaux, le modèle d'une lanterne pour être exécuté en tous métaux, toutes matières, et toutes dimensions ; modèle nouveau, de sa création, dont il entend conserver la propriété et l'application pendant cinq années ;

Attendu que le 20 janvier 1891, le demandeur a fait saisir au domicile de Lanusse, outre divers outils, une lanterne paraissant semblable à celle dont il revendique la propriété, c'est-à-dire à fond creux ; que par exploit du 2 avril 1891 il a cité devant le tribunal le défendeur, en lui imputant d'avoir contrefait le modèle de lanterne dont il a la propriété exclusive, et qui, d'après la citation, consiste spécialement en une lanterne en fer rivé, faite à fond creux et redoublée de tous les côtés ;

Attendu que la revendication formulée dans le procès-verbal de saisie et la citation ne s'applique qu'au fond creux et aux côtés redoublés ; qu'à l'audience il a été déclaré que le fond creux n'était pas revendiqué, que la nouveauté et l'originalité du modèle se résumaient dans les rebords plats, dans le rebord redoublé placé au-dessus de la porte de la lanterne, dans les trous percés au fond de la lanterne, et dans les joncs existant au dos de la lanterne ;

Attendu que pour qu'un modèle déposé en conformité de la loi du 18 mars 1806 puisse donner lieu à un droit exclusif, il est indispensable que ce modèle ait un caractère de nouveauté et d'originalité ; qu'il est au contraire inopérant, si antérieurement au dépôt il était déjà dans le domaine public ;

Attendu qu'il résulte des dépositions des témoins à l'audience que, bien antérieurement au dépôt, le fond creux, les côtés redoublés au-dessus de la porte et les joncs étaient dans le domaine public ; que les témoins ont expliqué que le côté redoublé au-dessus de la porte était rabattu à la main au lieu de l'être mécaniquement ; que sur ce point, Clanchet a pu apporter une amélioration dans le mode de fabrication constituant un perfectionnement et non pas une véritable création ;

Attendu que la loi du 18 mars 1806 protège uniquement les dessins et modèles de fabrique ; qu'elle a trait non à l'utilité matérielle des objets, mais seulement à leur forme extérieure, leur décoration, leur ornementation devant leur donner une physionomie nouvelle, un cachet propre d'individualité ;

Que s'il s'agit de l'utilité matérielle d'un objet, d'une application nouvelle d'un produit nouveau produisant un avantage industriel, soit au point de vue de l'économie, soit au point de vue de l'utilité pratique, l'inventeur doit prendre un brevet d'invention conformément à la loi de 1844 ;

Attendu que l'emploi du fond creux a pour résultat de faire reposer la lanterne sur les quatre côtés, et non pas sur le fond lui-même, de lui donner ainsi une plus grande stabilité, et de permettre de la déposer partout où on le désire sans crainte de la voir tomber ; que les côtés redoublés et les joncs n'ont d'autre but que de donner plus de force, plus de solidité à la lanterne ; que le rebord redoublé au-dessus de la porte de la lanterne a pour objet d'empêcher l'entrée du vent et de la pluie pouvant éteindre la lumière qui brûle à l'intérieur ; que les trous percés au fond de la lanterne doivent donner accès à l'air extérieur et faciliter la combustion de la lumière ;

Attendu que tous ces résultats concernent l'utilité matérielle de l'objet, qu'ils produisent de véritables avantages industriels ne pouvant être protégés par la loi de 1806 et tombant directement sous l'application de la loi de 1844 ; qu'ainsi en supposant qu'ils aient un caractère de nouveauté, ils auraient dû donner lieu à un brevet d'invention et non pas à un dépôt au Conseil des prud'hommes ,

Par ces motifs,

Renvoie Lanusse des fins de la plainte, sans dépens ;

Déclare nulle la saisie pratiquée le 26 janvier 1861, en fait maintien, et ordonne la restitution des objets saisis au profit de Lanusse ;

Condamne Clanchet en tous les dépens ;

Sur la demande reconventionnelle ;

Attendu qu'en faisant procéder sans droit au domicile de l'inculpé à une saisie avec l'assistance du commissaire de police, en le citant devant la juridiction correctionnelle, Clanchet lui a causé un préjudice, dont il lui est dû réparation ; que le Tribunal a les éléments suffisants pour en fixer l'importance ;

Par ces motifs,

Reçoit Lanusse reconventionnellement demandeur et condamne Clanchet à lui payer la somme de 200 francs à titre de dommages-intérêts ; le condamne en outre aux dépens faits sur cette demande.

Nous devons conclure de cette jurisprudence : 1° qu'un modèle déposé légalement ne crée cependant pas toujours un droit exclusif au profit du déposant : il faut que ce modèle ait un caractère certain de *nouveauté* et *d'originalité*. Une amélioration dans le mode de fabrication de l'objet constitue un *perfectionnement*, mais non une création donnant une propriété exclusive au déposant ; 2° que la loi du 18 mars 1806 ne protège que les dessins et modèles de fabrique ; elle ne se préoccupe pas de l'utilité qu'on peut tirer des objets, mais de la forme qui fait leur individualité. L'inventeur d'une application nouvelle d'un objet, d'un produit déjà connu, sera protégé par son brevet pris en conformité de la loi de 1884.

Conf. POUILLET, *des modèles de fabrique* § 27 ; — arrêt de la Cour de Nancy, du 26 mai 1883.

II. — Jugement rendu le 3 octobre dernier par le tribunal de Commerce de la Seine :

Attendu que la Compagnie des chemins de fer du Nord, en ses conclusions signifiées par exploit de Tassu, huissier, en date du 3 septembre 1891, prétend qu'elle ne serait pas responsable des conséquences de l'accident dont Marie a été victime le 2 février 1891, à Montigny les-Meignelay, sur la ligne de Beauvais à Montdidier ; que l'article 1784 du code civil applicable aux choses et non aux personnes ne saurait, en l'espèce, être invoqué contre elle et qu'il appartiendrait au demandeur d'établir l'existence de la faute par elle commise pour être admis à l'attraire devant ce tribunal à l'effet d'obtenir la réparation du préjudice éprouvé ;

Attendu qu'elle prétend en outre que les Ingénieurs du contrôle, lors de leur enquête sur l'accident ont, en écartant toute responsabilité criminelle pouvant peser sur ses agents, implicitement reconnu qu'aucun de ceux-ci ne s'était rendu coupable dans son service de maladresse, d'imprudence, d'inattention, de négligence ou d'inobservation des lois et règlements ; que par suite il n'y aurait plus de base de recours contre elle, personne morale, civilement responsable desdits agents, et qu'elle serait fondée à soutenir que l'absence de poursuites criminelles implique pour elle l'exonération de toute responsabilité ;

Mais attendu que le fait par la Compagnie du Nord de délivrer un billet de chemin de fer au demandeur pour effectuer sur le réseau qu'elle exploite le parcours compris entre Beauvais et Montdidier a créé fatalement un contrat de transport entre elle et celui-ci ;

Qu'il est de doctrine et de jurisprudence que le transporteur est tenu d'assurer la sécurité du voyageur qu'il transporte ; que le voyageur n'a donc ni à rechercher ni à établir si l'accident qui survient au cours d'un transport dont la Compagnie a pris la charge et la direction exclusives est imputable aux défectuosités du matériel, au défaut d'entretien des voies ou à la faute d'un agent ;

Qu'en conséquence, il n'échet pour le tribunal que de constater que la Compagnie du Nord avait admis le demandeur muni de son billet dans le train n° 7 allant de Beauvais à Montdidier ; que ce train ayant déraillé pour une cause quelconque à la hauteur de Montigny-lez-Meignelay, plusieurs voyageurs, dont Marie, qui se trouvaient dans les voitures projetées en bas du remblai existant à cet endroit, ont été grièvement blessés ;

Que cela suffit, en dehors de tous cas de force majeure qui ne sont même pas allégués en l'espèce, pour engager la responsabilité absolue de la Compagnie chargée du transport, et mettre à sa charge les conséquences de l'accident ;

Qu'elle se trouve donc ainsi à bon droit recherchée devant ce tribunal à raison des obligations par elle assumées dans le contrat de transport auquel elle a été partie et dont l'absence de poursuites criminelles n'a pu la décharger ;

Et attendu que par suite du déraillement, Marie a eu l'épaule droite brisée ; que cette blessure a déterminé pour lui une incapacité de travail de longue durée pendant laquelle il n'a pu exercer sa profession de marchand ambulant et qui a amené du trouble dans ses affaires ; que le tribunal estime qu'une somme de 1 500 francs sera l'équitable réparation du préjudice qu'il a ainsi éprouvé ; qu'il convient donc de contraindre la Compagnie des chemins de fer du Nord au paiement de ladite somme ;

Par ces motifs, condamne la Compagnie des chemins de fer du Nord à payer à Marie 1 500 francs à titre d'indemnité ;

Et la condamne en tous les dépens.

Ce jugement consacre le principe que la simple délivrance d'un billet par une Compagnie de chemin de fer à un voyageur crée entre elle et lui un contrat de transport, d'où résulte pour la Compagnie l'obligation d'assurer la sécurité du voyageur. Si celui-ci est victime d'un accident, c'est à la Compagnie qu'incombe la preuve de son irresponsabilité. Que si le parquet n'a cru devoir poursuivre la Compagnie ni ses agents, cela n'atténue en rien la responsabilité de la Compagnie vis-à-vis du voyageur transporté, victime de l'accident.

Conf. FÉOLDE, *des transports par chemin de fer*, n° 272 ; notable arrêt de la Cour d'Aix, du 12 décembre 1887.

CUNISSET-CARNOT.

CORRESPONDANCE

FERMETURE AUTOMATIQUE DES PORTIÈRES
des voitures à voyageurs sur les chemins de fer.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

MONSIEUR,

A la suite des nombreux attentats criminels commis contre les voyageurs sur les chemins de fer, pendant ces dernières années, on s'est préoccupé, sinon de les supprimer, du moins d'en diminuer le nombre.

A cet effet, on a proposé diverses solutions qui n'ont pas abouti ; le système proposé était trop onéreux ou trop difficilement applicable.

Rendre automatiquement impossible l'accès ou la sortie d'un compartiment, pendant la marche, tout en assurant la liberté d'ouverture, en cas d'accident, nous paraît être déjà une amélioration notable.

En effet, par ce fonctionnement automatique, il y aurait impossibilité de s'introduire du dehors dans le compartiment en cours de route, sans que le système actuel d'alarme fût modifié ; c'est-à-dire que le voyageur, à l'abri des tentatives du dehors, n'en conserverait pas moins la faculté d'arrêter le train, au cas d'attaque ou d'accident, et, par suite, d'assurer le libre fonctionnement des portières.

L'appareil qui nous occupe, combiné avec le signal d'intercommunication Westinghouse, adopté par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, ou avec l'intercommunication pneumatique appliquée sur le réseau du Midi, ou avec tout autre système semblable, permettra, avec une dépense minime, de résoudre la difficulté.

Avec le système Westinghouse, la poignée de tirage placée dans chaque compartiment permet de faire fonctionner le sifflet placé sur la voiture et celui de la locomotive. Ce sifflet, en fonctionnant, produit un échappement continu de l'air de la conduite générale, à laquelle il est relié, et le frein s'applique de lui-même, doucement et graduellement, par suite de la réduction de pression dans la conduite générale.

Le système adopté par la Compagnie du Midi consiste en une valve, appelée valve d'arrêt, qui est disposée au-dessous d'une ouverture pratiquée sur un branchement de la conduite principale du frein à air. Cette valve, ordinairement fermée, est maintenue dans sa position normale par un levier à déclenchement.

Lorsque, par suite du déclenchement du levier, la valve cesse d'appliquer sur son siège, elle laisse échapper l'air de la conduite principale et détermine ainsi le serrage des freins. Chaque voiture

Digitized by Google

est munie d'une valve d'arrêt. Cet appareil, fixé à une des parois extrêmes du véhicule, peut être actionné de chaque compartiment par un bouton de manœuvre.

Il suffit de tirer ce bouton pour provoquer le déclenchement de la valve et par conséquent le serrage des freins.

Ainsi donc, avec les deux systèmes précédents, il est permis au voyageur d'arrêter un train en marche. Avec la disposition que nous allons décrire (en conservant le principe des freins à air comprimé), la fermeture des portières sera complète pendant la marche; l'ouverture se fera automatiquement dès que l'arrêt se produira.

Un branchement de la conduite générale du frein à air débouche dans la paroi latérale de chaque compartiment, sur le champ de cette paroi, en face de la portière.

L'extrémité libre de ce tuyau aboutit à un cylindre B dans lequel se meut un piston C dont le disque, muni sur son pourtour d'un

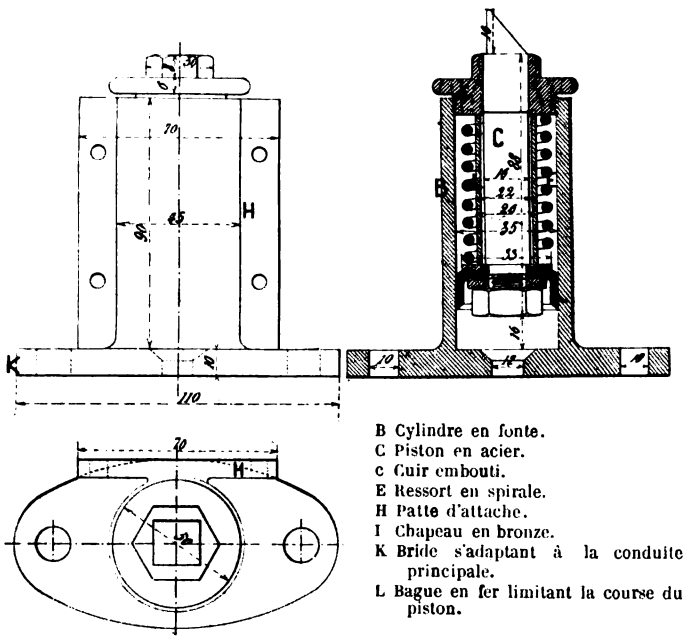


FIG. 1. — Verrou automatique pour la fermeture des portières de wagons.

cuir embouti c, empêche le passage de l'air sur la face opposée; la tige de ce piston est terminée en bec-de-cane.

Lorsque la pression s'exerce dans la conduite principale, le piston, sous l'influence de l'air comprimé, est chassé en avant, le bec-de-cane s'introduit dans la gâche ménagée à cet effet sur le champ de la portière, et la fermeture se fait automatiquement.

Un ressort spirale E, d'une force supérieure à la pression de l'air existant encore dans la conduite principale après la dépression produite pour amener l'arrêt, ramène le piston en arrière, déverrouille la porte et permet l'accès ou la sortie du compartiment.

Ainsi donc, tant qu'une pression supérieure au ressort de rappel existe dans la conduite générale, la fermeture de la portière est complète. L'ouverture n'est permise au contraire que par une dépression dans la conduite générale, dépression provoquée par le mécanicien ou par un voyageur faisant fonctionner le signal d'alarme de son compartiment.

En cours de route, le manomètre de la conduite générale, avec le système Westinghouse, donne une pression maximum de 5 kilogr.; le manomètre, avec le système Wenger, en donne une de 4 kilogr., pour un train de dix à douze voitures environ, marchant à une vitesse de 60 kilomètres à l'heure. Pour provoquer l'arrêt, une dépression de 3 kilogr. est nécessaire; il reste donc encore, dans la conduite générale, une pression de 1 à 2 kilogr.; il suffira de donner au ressort de rappel du verrou une force de 3 kilogr. environ par centimètre carré pour lui permettre de chasser le piston en arrière et faciliter ainsi l'ouverture de la portière.

En cas de fonctionnement anormal de l'appareil, la portière étant ouverte, le piston rentre de lui-même, par suite de sa disposition, sous l'effort déterminé en fermant la portière.

Pour éviter, pendant les stationnements prolongés, d'arrêter la pompe à air et de verrouiller les portières en rétablissant la pression maximum dans la conduite principale, il suffit au mécanicien de placer son robinet au cran d'isolement. La pompe continue ainsi à rétablir la pression dans le réservoir principal, et le signal de départ donné, le mécanicien ouvre son robinet, introduit de ce fait une pression nouvelle dans la conduite générale et verrouille les portières.

Ainsi, notre système nous paraît augmenter de beaucoup la sécurité du voyageur; il nous semblerait la rendre complète si on le combinait avec un fonctionnement automatique des marchepieds, analogue à celui qu'ont adopté depuis longtemps déjà certaines voitures de place.

Le relèvement ou l'abaissement du marchepied est fonction de l'ouverture ou de la fermeture de la portière; c'est un corollaire déjà trouvé de notre système.

En résumé, le système proposé n'oblige les Compagnies à aucune modification des appareils en service, le fonctionnement actuel continue à s'effectuer indépendamment du perfectionnement que nous apportons. La dépense qu'entraine notre système est pour ainsi dire insignifiante, le frein à air étant généralement adopté, la simplicité de l'appareil garantit son fonctionnement, n'exige aucun entretien et permet de lui assurer une durée presque illimitée.

Veuillez agréer, etc.

F. LASSERRE,
Commissaire de surveillance administrative des Chemins de fer, à Marmande.

INFORMATIONS

Dosage volumétrique du cuivre.

Le principe du procédé que nous allons décrire consiste à précipiter le cuivre de ses dissolutions, à l'aide du zinc pur, et à traiter le précipité de cuivre métallique ainsi obtenu par un sel de fer au maximum, de préférence le sulfate. Il se produit la réaction suivante :

$$Cu + Fe^2O^3\ 3\ SO^3 = CuO\ SO^3 + 2\ FeO\ SO^3.$$

Le dosage, à l'aide d'une solution titrée de permanganate de potasse, du protoxyde de fer formé permet ainsi de calculer la proportion de cuivre.

Il faut, pour doser le cuivre de cette manière, une liqueur titrée de permanganate de potasse et une solution de sulfate de peroxyde de fer. La liqueur normale de permanganate de potasse contient par litre 15,814 de ce sel chimiquement pur, et équivaut par centimètre cube à $0^{gr}028$ de fer. Par conséquent, chaque centimètre cube de cette même liqueur, correspond à $^1/_2$ équivalent, soit 0,015875 de cuivre.

Quant à la solution de sulfate de peroxyde de fer, voici comment on peut l'obtenir avec l'excès d'acide qui est nécessaire pour dissoudre facilement le cuivre précipité. On fait dissoudre 180 grammes de sulfate de fer cristallisé dans 300 cent. cubes d'eau et 50 cent. cubes d'acide sulfurique pur. On filtre 10 cent. cubes de cette solution que l'on met en réserve. D'autre part, on dissout 20 grammes de permanganate de potasse dans 200 cent. cubes d'eau chaude, on verse lentement cette dissolution dans la première, on porte à l'ébullition et on filtre.

Au liquide suffisamment refroidi, on ajoute encore 100 cent. cubes d'acide sulfurique, puis les 10 cent. cubes de sulfate de fer mis en réserve, et on étend le tout au volume de 840 cent. cubes. On prend 40 cent. cubes de ce liquide, on l'étend suffisamment, et à l'aide d'une burette graduée, on y ajoute goutte à goutte une solution de permanganate, étendue de titre quelconque, soit n le nombre de cent. cubes versés jusqu'à cessation de décoloration. A la liqueur, dont il reste alors 800 cent. cubes, on ajoute 20 n cent. cubes de la même solution de permanganate. De cette manière, cette liqueur ne contient ni excès de permanganate, ni excès de sulfate ferreux. On complète son volume total à 1 litre, elle est alors telle que 10 cent. cubes contiennent $0^{gr}353$ de fer et peuvent réoxyder $0^{gr}200$ de cuivre.

Ce dosage du cuivre a l'avantage d'être rapide, il peut en outre fournir des résultats avec une approximation suffisante dans bien des cas. Son emploi exige un certain nombre de précautions que nous allons indiquer brièvement.

La solution du cuivre ne doit pas contenir d'acide nitrique. Ce doit être une solution sulfurique ou chlorhydrique avec un léger excès d'acide. Elle doit être exempte aussi de tout autre métal également précipitable par le zinc. Quels que soient les métaux qui accompagnent le cuivre dans l'analyse qu'il s'agit d'effectuer, on peut toujours arriver par les méthodes générales de séparation à avoir le cuivre seul précipité à l'état de sulfure. On rassemble ce sulfure de cuivre sur un filtre, et on le fait tomber dans un matras où on le dissout dans de l'acide chlorhydrique et le chlorate de potasse. Cette dissolution se fait rapidement et laisse comme résidu du soufre en petits fragments. On l'active, si c'est nécessaire, en ajoutant à une ou deux reprises de l'acide et du chlorate, mais il faut, dans tous les cas, prolonger l'ébullition jusqu'à chasser la presque totalité du chlore.

Enfin, le liquide est refroidi, débarrassé par filtration du soufre précipité, et s'il est encore par trop acide, on le neutralise partiellement par un alcali.

On introduit alors dans cette liqueur un fragment de zinc pur, trois ou quatre grammes environ, sous forme de lame mince ou de grenaille aplatie au marteau. La précipitation du cuivre doit être faite à froid. S'il y avait un trop grand excès d'acide, le zinc se dissoudrait tumultueusement en pure perte. Lorsque le liquide est complètement décoloré, il faut encore s'assurer qu'il ne contient plus de cuivre en dissolution à l'état de protochlorure. Pour cela, on en décante quelques centimètres cubes que l'on traite par l'hydrogène sulfuré, Bref, lorsque le cuivre est totalement précipité, on le lave par simple décantation, et on le traite d'abord par un peu d'acide sulfurique étendu que l'on porte à l'ébullition jusqu'à ce que les dernières traces de zinc métallique aient achevé de se dissoudre, ce dont il est facile de se rendre compte. On décante une dernière fois, et enfin ce précipité de cuivre métallique ainsi lavé d'abord à l'eau, puis à l'acide sulfurique étendu et bouillant est traité par la solution de sulfate acide de peroxyde de fer. On en met un excès par rapport à la quantité supposée de cuivre. On porte à l'ébullition, la dissolution du cuivre s'effectue assez vite; on peut, si c'est nécessaire, rajouter encore un peu d'acide sulfurique. La liqueur doit rester liquide.

Quand la dissolution du cuivre est complète, il ne reste plus qu'à doser volumétriquement le protoxyde de fer formé. La liqueur est refroidie et étendue, puis traitée aussi rapidement que possible par la solution titrée de permanganate de potasse.

Digitized by Google

On pourrait, au lieu de sulfate de peroxyde de fer se servir du perchlorure, à condition, bien entendu, qu'il soit exempt d'acide nitrique ou de chlore. Mais le sulfate est préférable, à cause du dosage du fer par le permanganate de potasse, qui est toujours plus exact en liqueur sulfurique qu'en liqueur chlorhydrique.

Il a été supposé plus haut que l'on employait une dissolution normale de permanganate de potasse. Chaque centimètre cube équivaut à 0gr 015875 de cuivre. Mais quelle que soit la solution employée, il est toujours possible de savoir à quel poids de cuivre elle correspond par centimètre cube, en déterminant d'abord son titre par rapport au fer, ce qui est plus facile. Si chaque centimètre cube équivaut à un poids p de fer, cette même dissolution appliquée au dosage du fer équivaut à :

$$p \times \frac{31,75}{56} = 0,567\, p$$

de cuivre par centimètre cube.

H. Vignal,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Vélocipède fonctionnant par le poids du corps.

La dénomination qui conviendrait le mieux pour désigner l'ingénieux appareil de M. l'Ingénieur G. Gavet, dont la description a été donnée par le journal *les Inventions nouvelles*, serait celle de vélocipède-cheval, car, on va le voir, il exige du vélocipédiste les mêmes mouvements que ceux du cavalier montant un cheval à l'anglaise.

Le mécanisme est composé de deux poulies B et B′ (fig. 1 et 2) avec roues à rochets, folles sur l'essieu moteur. Un cliquet s'engageant dans les dents de chaque roue lorsque celle-ci tourne dans le sens de la flèche détermine l'entraînement de l'axe, et, par suite, le mouvement du vélocipède. Le siège H est monté sur une tige IJ pouvant coulisser librement dans deux guides fixés au bâti de l'appareil. De l'extrémité inférieure J de cette tige partent deux cordes, dont l'une passe sur la poulie B et vient se fixer en *b* à l'extrémité de la pédale P articulée en G ; l'autre passe d'abord sur un petit tambour R fixé à l'arrière du bâti, puis vient se fixer en un point *a* de

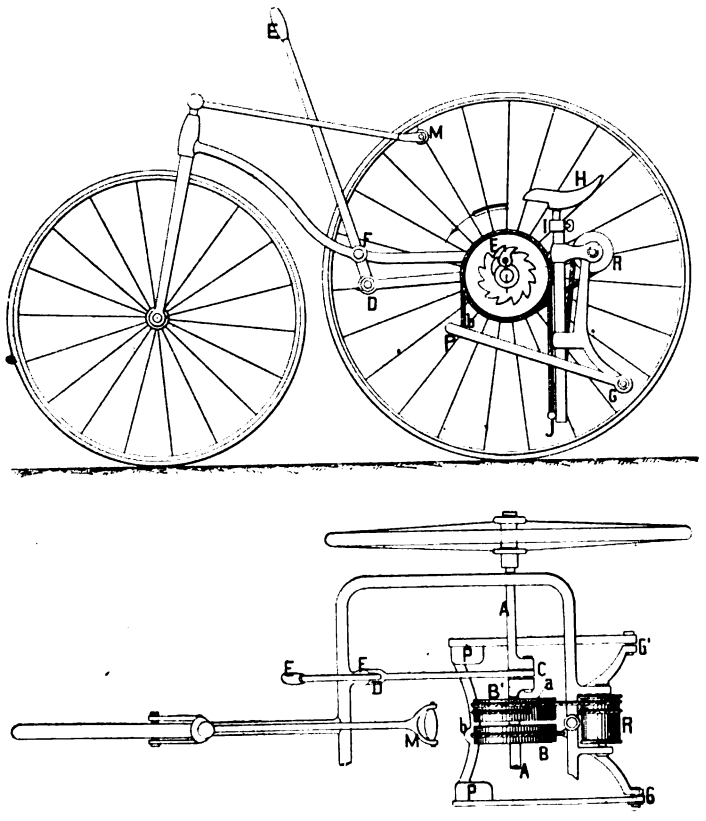


Fig. 1. — Vélocipède de M. Gavet, fonctionnant par le poids du corps.

la poulie B′, après avoir fait un tour complet autour de cette poulie. Une troisième petite corde part du sommet I de la tige, enveloppe le tambour R et vient s'arrêter en un second point de la poulie B′, qu'elle enveloppe d'une demi-circonférence environ. L'axe des roues motrices porte, à une petite distance de la poulie B′, un coude *c* sur lequel vient s'ajuster l'extrémité d'une bielle D actionnée par un levier articulé en F sur le bâti. Un levier de direction M sert pour diriger l'appareil comme dans les tricycles ordinaires.

Supposons le vélocipédiste assis sur le siège, les pieds sur la pédale et serrant de la main droite la poignée E du levier de manœuvre. Pour mettre l'appareil en marche il lui suffit de ramener à lui le levier. Mais ce mouvement l'oblige à se pencher en avant, son poids vient porter sur la pédale, tandis que le siège est rendu libre. La première corde, entraînée par l'abaissement de la pédale, fait tourner la poulie dans le sens de la flèche, c'est-à-dire dans le sens utile ; en même temps l'action du levier sur l'arbre coudé vient s'ajouter à celle de la poulie ; le siège est soulevé par la traction de la corde sur l'extrémité J de la tige, tandis que la troisième cordelette, entraînée à son tour, fait tourner dans le sens inverse de la marche la poulie B′, et produit ainsi l'enroulement de la seconde corde sur cette poulie. Quand la pédale est arrivée à fond de course, le vélocipédiste n'a qu'à se laisser retomber sur le siège, en même temps que son bras repousse le levier vers sa première position.

Cette fois c'est la seconde corde qui agit : tirée vers le bas par le siège, elle entraîne la poulie B′, et grâce au tambour de renvoi, la rotation de la poulie se fera encore dans le sens de la flèche. A cette action s'ajoute, comme dans le premier cas, celle du levier sur l'arbre

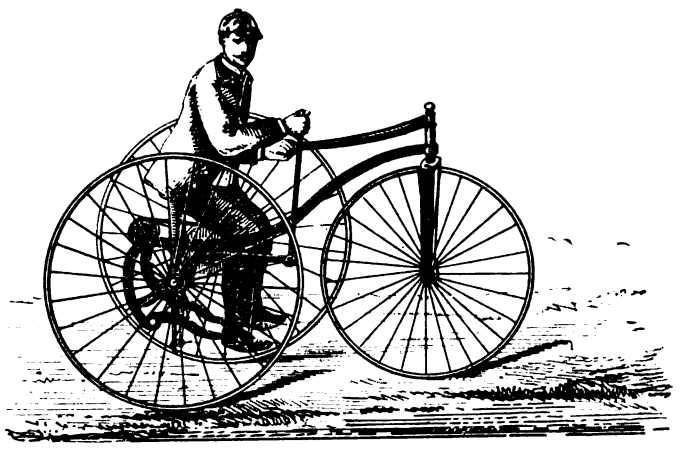


Fig. 2. — Elévation.

coudé ; en même temps, la première corde est ramenée dans sa première position par la traction opérée sur son extrémité, et ainsi de suite.

On voit donc que, dans les deux cas, l'effort musculaire vient s'ajouter à l'action du poids total du corps agissant tantôt sur la pédale, tantôt sur le siège. C'est donc là, en somme, l'utilisation continue du maximum de travail que peut développer l'homme, et à ce point de vue, l'appareil est évidemment supérieur aux tricycles ordinaires, où la force musculaire seule intervient.

Ajoutons que cette manœuvre, qui naturellement ne laisse pas que d'être assez fatigante, n'est nécessaire que toutes les fois qu'il y aura besoin de développer un effort considérable, par exemple pour monter une rampe. Mais en palier, ou à plus forte raison dans les pentes douces, le vélocipédiste peut rester assis sur son siège et se contenter de manœuvrer le levier à main.

L'Office du Travail (1).

Le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies vient d'adresser aux préfets la circulaire suivante :

Paris, le 30 octobre 1891.

Monsieur le préfet,

J'ai l'honneur de vous faire connaître que l'Office du travail, créé par la loi du 21 juillet 1891, fonctionne depuis le 1er de ce mois auprès de mon département.

Aux termes du règlement d'administration publique du 19 août dernier, il a pour mission principale de : « recueillir, coordonner et publier toutes informations relatives au travail, notamment en ce qui concerne l'état et le développement de la production, l'organisation et la rémunération du travail, ses rapports avec le capital, la condition des ouvriers, la situation comparée du travail en France et à l'étranger ».

Pour accomplir cette tâche si vaste et si complexe d'une enquête permanente sur les conditions universelles du travail, de l'industrie et du commerce, l'organisme nouveau, où se montrera, vivante et agissante, la sollicitude de la République pour les intérêts de tous les travailleurs, doit pouvoir compter sur le concours effectif de quiconque a souci du développement de notre puissance économique et de l'affermissement de la paix sociale. Alors même, en effet, que l'Office saurait, chaque fois, où trouver les renseignements de fait à donner pour base à ses travaux ou à répandre par ses publications, il ne pourrait encore, la plupart du temps, avec le personnel si restreint et les si modiques ressources dont il dispose à sa naissance, aller chercher lui-même, sur place, ces aliments indispensables de son activité.

Je vous prie donc avec instance, Monsieur le préfet, de vouloir bien apporter à l'œuvre qui se prépare votre contingent d'efforts et de connaissances, d'une part, en répondant toujours avec exactitude et précision aux questionnaires que pourra vous adresser l'Office du travail, et, d'une autre, en lui envoyant de vous-même, le cas échéant, tous documents et informations que vous jugeriez de nature à éclairer les études qu'il va entreprendre.

Je vous demande, aussi, de réserver votre meilleur accueil à ses délégués permanents ou temporaires, toutes les fois qu'ils feront appel à vos lumières au cours de leurs enquêtes, lesquelles, j'ai à peine besoin de le dire, ne seront jamais effectuées que *dans un intérêt purement statistique*, en dehors de tout esprit de parti ou de système, comme de toute préoccupation fiscales

Recevez, Monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre du commerce, de l'industrie et des colonies.

Pour le ministre et par autorisation :
Le directeur de l'Office du travail,
Jules Lax.

Une circulaire semblable a été envoyée aux tribunaux de commerce, aux conseils de prud'hommes, aux chambres de commerce, aux chambres consultatives des arts et manufactures, aux comices agricoles et aux syndicats professionnels.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 16, p. 265, n° 18, p. 295, n° 19, p. 315.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 16 octobre.

Présidence de M. E. Polonceau.

M. Edmond Coignet qui, dans une communication précédente, a exposé, à la suite d'un projet de pont en béton aggloméré une *nouvelle méthode de calcul des arches surbaissées en maçonnerie* due à M. Tourtay, présente les tables facilitant beaucoup l'application de cette méthode et dressée par M. N. de Tédesco.

M. Bertrand de Fontviolant signale les avantages qui résultent d'une *nouvelle méthode générale de calcul des poutres droites avec poutrelles.* Cette méthode, imaginée par M. Duplaix, est fondée sur un théorème unique : *en une section quelconque d'une poutre droite recevant l'action des charges par l'intermédiaire d'un système de longerons et poutrelles, l'effort tranchant et le moment de flexion sont égaux à ceux que produiraient les mêmes charges si elles étaient directement appliquées à la poutre, diminuées respectivement de l'effort tranchant et du moment de flexion développés dans la section correspondante du longeron.*

Conditions de recette des tubes de chaudières multitubulaires. — M. Ch. Compère insiste sur l'importance que l'on doit accorder, à côté des essais ordinaires (aplatissement de tubes, rabattement de collerette, mandrinage, retournement, cintrage, pliage), à l'examen de la soudure. Les expériences relatives aux soudures ne doivent pas se borner à des essais de résistance sous pression ; ils doivent comprendre, en particulier, le relevé individuel, sur les deux extrémités de chaque tube, de toutes les soudures.

Études sur les moteurs à gaz. — Le gaz d'éclairage est un des meilleurs véhicules pour le transport de l'énergie ; à Paris, par exemple, il ne donne une perte que de 5 °/₀. D'un autre côté, son rendement thermique dans les moteurs actuels atteint 20 °/₀, tandis que le rendement thermique de la vapeur dans les meilleures machines à vapeur ne dépasse pas 10 °/₀. Quant à son prix de fabrication, il est peu élevé et son prix de vente pourrait être abaissé, comme à l'étranger, en modifiant la législation par une loi semblable au *Gas Act* des Anglais.

M. Lencauchez décrit ensuite deux types de moteurs de la Compagnie parisienne. Puis il s'occupe des gazogènes ; ceux-ci servent dans le cas ou le gaz d'éclairage fait défaut ; d'ailleurs, comme transformateurs du combustible en fluide moteur, ils ont une grande supériorité sur les chaudières à vapeur, car ils ne donnent qu'une perte de 20 °/₀, tandis que la perte par les chaudières à vapeur ne descend pas au-dessous de 30 °/₀.

M. Gustave Richard discute quelques-uns des moyens proposés pour améliorer le rendement des moteurs à gaz et pour en étendre les applications. Dans presque tous les moteurs à compression intérieure il reste, au moment de l'explosion, un quart des produits gazeux résultant de la combustion produite pendant le cycle précédent. Ces gaz inertes ne nuisent pas à la nouvelle période de combustion ; ils atténuent le choc et diminuent la perte à l'échappement. Pour augmenter le rendement thermique, il faut diminuer la perte par les parois et la perte à l'échappement. La perte par les parois est de 30 à 45 °/₀ de la chaleur totale de combustion ; on peut la diminuer, en même temps que chacune des quantités suivantes : durée, intensité, étendue de l'action des parois. C'est à diminuer la surface refroidissante au moment de l'explosion qu'est destinée la compression. Les pertes à l'échappement, qui atteignent 30 à 40 °/₀, pourraient être diminuées au moyen des générateurs ; mais jusqu'ici aucune substance n'a pu permettre de construire ces générateurs. M. Richard conclut que la théorie expérimentale du moteur à gaz est à faire et souhaite qu'on réorganise un laboratoire où elle puisse être étudiée ; le laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

MM. Moreau et Casalonga présentent des observations complémentaires.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures

BIBLIOGRAPHIE

Tables et graphiques pour le calcul des arches surbaissées en maçonnerie, d'après la méthode de M. Tourtay, Ingénieur des Ponts et Chaussées, par N. de Tédesco, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Baudry et Cie, éditeurs. Paris, 1891.

Nous avons décrit dans notre précédent numéro du *Génie Civil* (1) le pont Boucicaut, en maçonnerie, établi sur la Saône, entre Gergy et Verjux. Cet ouvrage, construit par M. Tourtay, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est la première application des ponts en maçonnerie à arche surbaissée en forme de chaînette. Composé de cinq arches de 40 mètres d'ouverture chacune, surbaissées au 1/8, il a définitivement consacré un progrès important dans l'art de la construction : les arches, en forme de chaînette, sont, théoriquement, des solides d'égale résistance et permettent d'atteindre une économie remarquable tout en présentant un aspect agréable. M. Tourtay a donc été le promoteur d'un nouveau mode de construction fort intéressant.

Mais les calculs développés par cet Ingénieur, dans plusieurs publications, pour la détermination des proportions les plus avantageuses des ouvrages de ce genre, sont forcément quelque peu longs et arduS, même pour les hommes du métier. M. N. de Tedesco, Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale, a eu l'excellente idée de les résumer sous forme d'une série de tables graphiques très claires que la maison Baudry vient d'éditer avec un soin particulier ; une courte notice explicative les rend parfaitement intelligibles. A la seule inspection des planches jointes à ce livre, on peut déterminer les épaisseurs à la clé qui correspondent au projet le plus économique dans les divers cas usuels ; puis, les tables donnent rigoureusement la valeur de toutes les inconnues entrant dans le projet complet du pont et qui dépendent des premiers résultats obtenus. La clarté de l'exposition, la forme élégante et pratique de l'ouvrage, l'application numérique intelligemment faite à un pont construit et existant, font du livre de M. de Tédesco un complément ou plutôt une consécration technique utile des beaux travaux de M. Tourtay, qui sera consultée avec autant d'intérêt que de fruit.

Notes et Formules de l'Ingénieur et du Constructeur-Mécanicien, par Ch. de Laharpe, Ingénieur des Arts et Manufactures, 8e édition, revue et corrigée. — E. Bernard et Cie, éditeurs. — Paris, 1891.

La présente huitième édition des *Notes et Formules de l'Ingénieur et du Constructeur-Mécanicien* a été l'objet d'un travail de révision très étendu. Elle renferme notamment plusieurs chapitres entièrement nouveaux : sur les *Presses hydrauliques*, dont les applications s'étendent de jour en jour, — sur les *Installations hydrauliques* de grues, élévateurs, etc., qui jouent un rôle si important pour le levage et la manutention des fardeaux, — et sur les *Moteurs à gaz*, qui prennent une place de jour en jour plus grande dans l'industrie. Ce dernier sujet a été traité par M. Hollard, ancien élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures, ingénieur de la Compagnie française des Moteurs à gaz.

Le Chapitre d'*Électricité industrielle* a été entièrement remanié et complété par M. Johannet, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, directeur technique de la Société anonyme d'Électricité de Courbevoie.

L'important sujet du *Calcul des Machines à vapeur* a été rédigé à nouveau, en mettant à profit, dans la mesure restreinte imposée par le cadre de cet ouvrage, les beaux travaux de Hrabak. Il a paru nécessaire de commencer par une exposition très sommaire de l'état actuel de la théorie du travail de la vapeur dans les cylindres, de ses lacunes et de ses incertitudes.

Les *Générateurs* et les *Moteurs à Vapeur* employés dans la *Navigation*, forment également la matière de deux chapitres nouveaux.

D'autres parties ont été remaniées ou considérablement augmentées, principalement les suivantes : *Résistance des Matériaux*, *Moments fléchissants*, *Engrenages*, *Robinets*, *Tiroirs de distribution des Machines à Vapeur*, et nombre de sujets moins importants ou moins étendus.

L'auteur a été amené, par des circonstances exceptionnelles de sujétion, à établir d'assez importantes transmissions en *Arbres creux* ; ces arbres fonctionnant depuis plusieurs années d'une manière irréprochable, il a cru utile de résumer dans un article spécial les résultats de ses études sur ce point, d'un haut intérêt pratique et économique.

Ces diverses améliorations continuent la transformation générale de l'ouvrage, entreprise de longue date : il ne semble pas douteux qu'elles répondent à de sérieuses exigences techniques. Elles font de cet excellent aide-mémoire un livre d'une réelle utilité et d'une sérieuse valeur.

H.

Trois mois en Irlande, par Mlle M.-A. de Bovet. Un volume avec 50 gravures et cartes. — Hachette et Cie, éditeurs *(Collection de voyages illustrés)*. — Prix broché : 4 francs.

Récemment, l'attention publique a été attirée par les débats soulevés entre M. Parnell, le chef de l'opposition irlandaise, et ceux qui lui prêtaient leur concours dans la défense du *home rule*. Quelques heures à peine nous séparent de l'Irlande, et nous ne connaissons guère cependant ce pays et ses habitants que par les nouvelles répandues de temps à autre par la presse, la misère du peuple irlandais et les efforts qu'il tente périodiquement pour s'affranchir de l'exploitation des landlords. Mlle A. de Bovet a entrepris de parcourir ce pays, et c'est le résultat d'un voyage et d'une enquête où l'esprit d'observation le plus fin tient la plus grande place, qu'elle nous fait connaître dans *Trois mois en Irlande*. La terre avec ses aspects grandioses, sauvages ou pittoresques, l'homme avec ses souffrances, sa résignation farouche ou ses emportements désespérés, y sont dépeints avec une sincérité de touche qui fait pénétrer dans l'esprit du lecteur l'impression de la réalité.

Agenda du fabricant de sucre et du distillateur, traduit de l'allemand par H. Pellet et L. Biard, chimistes. — Un petit volume, chez Bernard Tignol à Paris.

Cet ouvrage, qui s'adresse à la fois aux fabricants de sucre, raffineurs, distillateurs, chimistes, chefs de fabrication, contre-maîtres et employés de régie, est divisé en deux parties distinctes ; la première, qui est pour ainsi dire purement pratique, renferme tous les renseignements dont on a besoin à chaque instant, en sucrerie et en distillerie, tant au point de vue de la conduite de l'usine qu'au point de vue commercial. La législation sucrière y trouve la place importante qui lui est due, ainsi que le commerce des sucres, lequel possède à Paris et dans certains centres producteurs son marché avec les réglementations spéciales à chaque qualité de sucre.

La seconde partie, qui est théorique, a été adjointe à l'ouvrage par les traducteurs de l'édition allemande. On trouve dans cette partie de l'ouvrage un traité d'analyse chimique à l'usage des sucreries et distilleries. Ces deux industries empruntent de trop grands enseignements dans l'analyse chimique, pour la laisser passer sous silence. C'est ce qu'ont bien compris les auteurs, qui ont su condenser en 300 petites pages un traité très complet d'analyse, dans lequel les appareils les plus récents et les plus perfectionnés sont décrits avec des figures à l'appui, pour en rendre la compréhension plus facile. On ne saurait mieux dire de ce petit volume, qu'il est destiné à devenir le *vade mecum* de quiconque s'occupe, à quelque titre que ce soit, de sucrerie ou de distillerie.

Les emplois industriels, médicaux et hygiéniques de l'oxygène, de l'ozone et de l'acide carbonique, par A.-M. Villon, Ingénieur-chimiste, Directeur de la *Revue de chimie industrielle*. — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1891. Prix : 1 franc.

Nous signalons à l'intérêt de nos lecteurs la brochure très compétente de M. A.-M. Villon sur l'oxygène, l'ozone et l'acide carbonique. Elle résume avec autant d'exactitude que de netteté les conditions actuelles de production et d'emploi de ces trois gaz sous les différentes formes qu'ils prennent dans les usages industriels les plus divers.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 1, p. 4.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 3. N° 493. Samedi 21 Novembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Nouveau système de pont-levis construit à Chicago (Etats-Unis), p. 33; — Procédé employé pour construire une maison à Denver, Colorado (Etats-Unis) (*planche III*), p. 34. — **Électricité** : L'éclairage électrique à Paris. Le secteur de la Compagnie Parisienne d'air comprimé et l'usine d'électricité du boulevard Richard-Lenoir (*planche IV*), p. 35; Max DE NANSOUTY. — **Études économiques** : Participation des ouvriers aux bénéfices, p. 37 ; A. GIBON. — **Chimie industrielle** : Fabrication des poudres et explosifs nitrés. Acides et sous-produits, p. 39 ; P.-F. CHALON. — **Sciences** : Sur la mécanique des phénomènes naturels, les lois physiques et les systèmes absolus d'unités (*suite*), p. 41 ; CLAVENAD. — **Études et travaux parlementaires** : Révision du tarif des douanes, p. 43 ; Emile BERT. — **Chemins de fer** : Statistique des accidents de chemin de fer, p. 43 ; V. TURQUAN. — **Correspondance** : Chicago et son exposition en 1893, p. 45 ; A. BARRÉ ; — Le Métropolitain souterrain de New-York, p. 46 ; Auguste ROSSI. — **Informations** : Le cyclone de la Martinique, p. 47 ; — La rectification du Danube et les travaux des Portes-de Fer, p. 47 ; — L'éclairage des trains par l'électricité, p. 47.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société de l'industrie minérale, 1891, p. 48.
BIBLIOGRAPHIE. — **Livres récemment parus**, p. 48.

Planche III : Construction de maisons à Denver, Colorado (États-Unis).
Planche IV : Vue générale de la station centrale d'électricité du boulevard Richard-Lenoir, à Paris. Compagnie parisienne de l'air comprimé.

TRAVAUX PUBLICS

NOUVEAU SYSTÈME DE PONT-LEVIS
construit à Chicago (États-Unis).

Le pont représenté dans les dessins ci-joints (fig. 1 et 2), empruntés au *Scientific American*, a été construit depuis peu à Chicago. Il présente des particularités intéressantes et toutes nouvelles qui ont été imaginées pour répondre aux besoins croissants de la navigation dans cette importante cité.

Chicago possède actuellement soixante et un ponts, dont 53 sur la rivière qui porte son nom, 5 sur le Calumet et 3 sur le canal. Tous ces cours d'eau étant navigables, les ponts qui les traversent sont

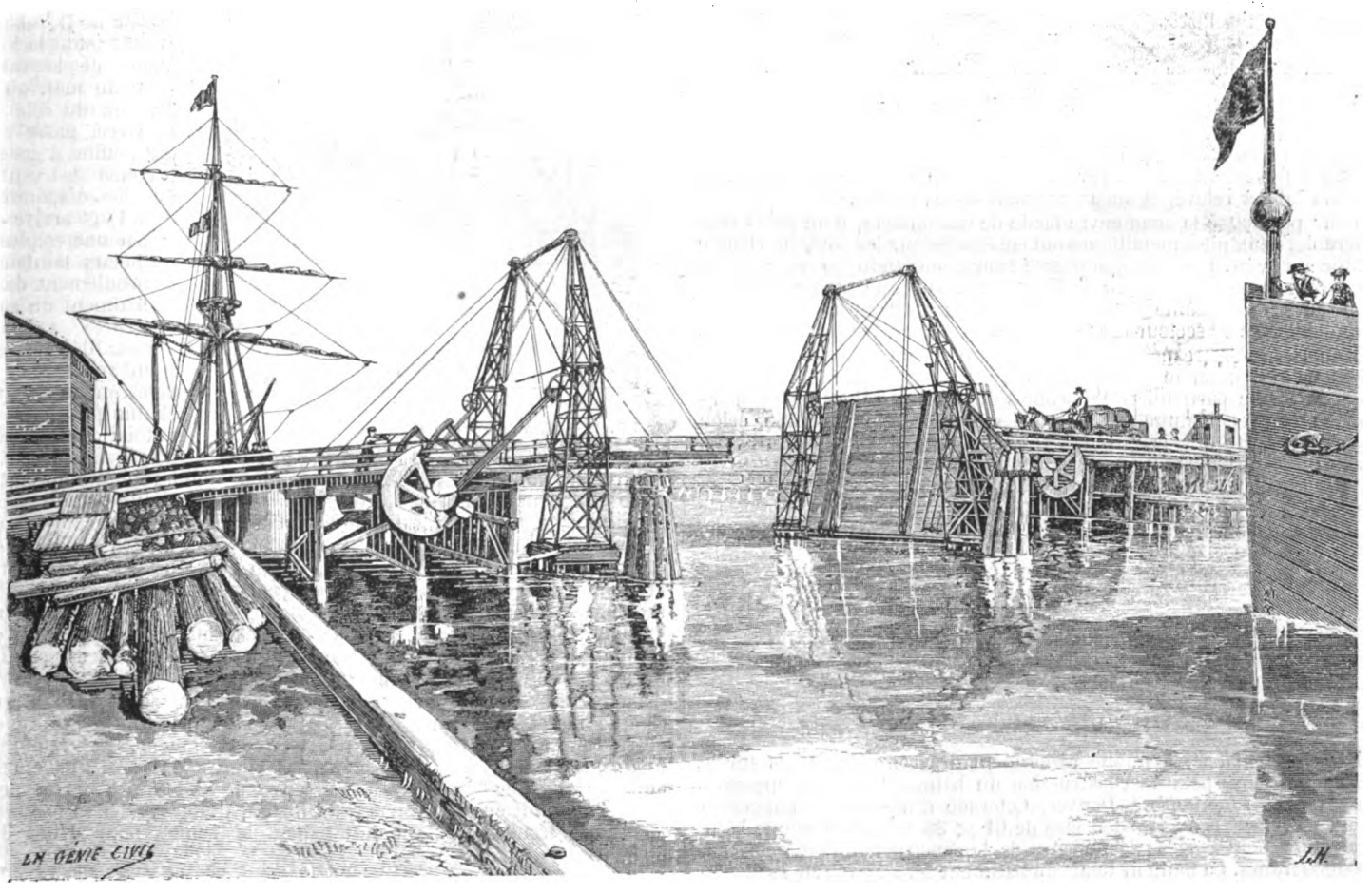


FIG. 1. — Vue générale du nouveau système de pont-levis, construit à Chicago (États-Unis).

Digitized by Google

mobiles; mais, jusqu'ici, le système adopté était celui du pont à travée tournante, divisant le chenal en deux bras relativement étroits.

L'intensité du trafic dans la Weed Street, que traverse le bras nord de la rivière, réclamant une passe libre plus large et plus profonde, pour permettre l'accès de navires d'un plus fort tonnage, la ville se vit dans la nécessité de créer un système de pont qui permît d'ouvrir à la navigation un chenal unique au milieu du cours d'eau, c'est-à-dire à l'endroit où il a le plus de profondeur.

En ce point, la largeur de la rivière est de 46 mètres, et le pont devait pouvoir livrer aux bateaux une ouverture de 19 mètres.

Pour résoudre ce problème, on imagina une sorte de double pont-levis, formé de deux moitiés de pont reliées par deux tabliers mobiles à l'extrémité de chacune d'elles. Chaque tablier est formé de deux parties articulées et pouvant se relever, à leur point d'articulation, en se repliant l'une sur l'autre. Aussi l'inventeur du système, M. William Harmon, directeur de la Compagnie de touage de Chicago, lui a-t-il donné le nom de pont pliant *(folding bridge)*.

Quant le pont est ouvert, les deux moitiés de chaque tablier prennent la position représentée sur la partie de droite de la figure 1, et en pointillé sur le schéma, figure 2, de sorte que non seulement le

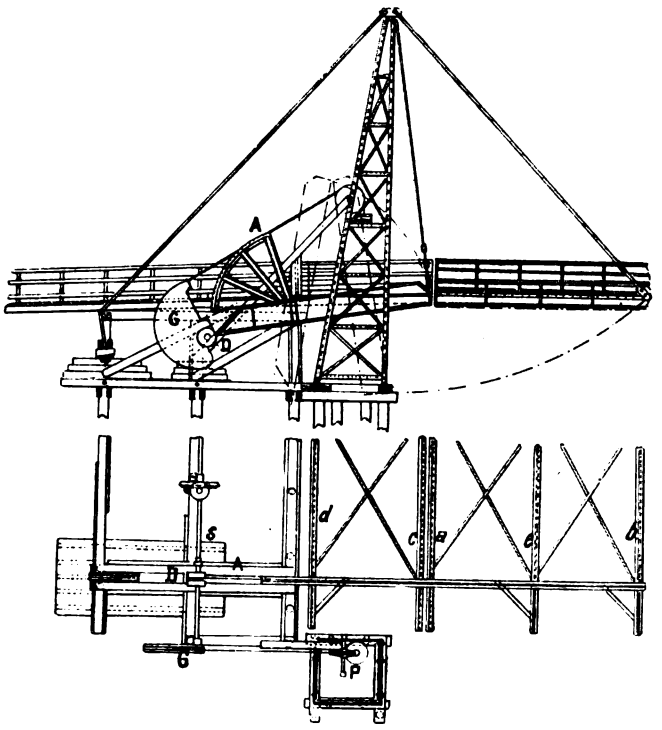


FIG. 2. — Schéma du nouveau système de pont-levis, construit à Chicago (Etats-Unis).

passage se trouve ouvert à la navigation, mais la circulation sur le pont est forcément arrêtée par la barrière que forme à ce moment chaque tablier relevé, et aucun accident n'est possible.

Pour permettre la manœuvre facile de ces tabliers, d'un poids considérable, deux piles métalliques ont été élevées sur les côtés de chaque moitié du pont. Dans chaque pile se trouve suspendu un contrepoids, au moyen d'un câble en fil de fer passant sur une poulie P (fig. 2) et de là sur une came C fixée sur l'axe du tambour D qui, concurremment avec le secteur denté A opère la manœuvre du tablier.

L'effort nécessaire pour cette manœuvre variant avec les diverses positions que prend le tablier pendant l'ouverture ou la fermeture du pont, la forme particulière des cames donne aux câbles qui supportent les contrepoids une force de levier plus ou moins grande, selon le cas, de sorte que les tabliers sont toujours également équilibrés, quelle que soit leur position, et qu'un homme suffit pour la manœuvre de chacun d'eux au moyen d'un simple levier.

Ce pont a coûté environ 80 000 francs. Il a subi avec succès les épreuves officielles et a été ouvert à la circulation le 18 avril dernier.

J. C.

PROCÉDÉ EMPLOYÉ POUR CONSTRUIRE UNE MAISON
à Denver, Colorado (Etats-Unis).

(Planche III.)

Le *Génie Civil* (1) a publié récemment des renseignements sur le procédé employé pour la construction du bâtiment de la Compagnie d'assurances l'*Equitable* à Denver, Colorado (Etats-Unis). Rappelons que la surface couverte doit être de 61 × 38 mètres et que le bâtiment aura neuf étages; la dépense de la construction doit s'élever à 7 500 000 francs. La hauteur totale du bâtiment sera d'environ 40 mètres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, n° 16, p. 249.

et le poids des matériaux nécessaires pour la construction et les fondations dépassera 50 000 tonnes.

Les grues au moyen desquelles on soulève l'énorme poids des matériaux, ont 30 mètres de hauteur et n'ont pas laissé d'intriguer les passants pendant leur mise en place. Nous allons les décrire d'après l'*Engineering News* du 22 août 1891.

Le mât de la grue a un équarrissage de 400 millimètres et il est maintenu en bas dans une crapaudine solide (fig. 2 pl. III) qui tourne sur un pivot dans une plaque en fonte. Au sommet du mât on a introduit un boulon d'articulation de 75 millimètres de diamètre et de 1m 525 de longueur, qui traverse en outre une tôle boulonnée avec la poulie supérieure de la grue (fig. 3 *a*). De cette manière, le mât peut tourner librement. A chaque mât, on a relié une volée de 15m 860 de longueur, qui est soutenue par trois haubans en fer rond, réunis tous les trois près du sommet du mât (fig. 1 et 3 *abc*). Le poids de la volée tend à fléchir le mât; cette flexion est contrebalancée par des étais et des fers plats raidisseurs, placés du côté opposé à la volée. Les haubans sont reliés avec la volée par des chapes (fig. 1 *c* et 3 *d*) qui ont une ouverture assez grande pour laisser passer le treuil roulant qui se déplace le long de la volée.

Tous les mâts sont montés sur des échafaudages en bois de 7m 625 de hauteur et sont réunis à leurs sommets par des poutres armées en bois (fig. 1) de 22m 800 de longueur. L'ensemble de la construction présente de cette manière une longueur de 22m 800 sur une longueur de 53m 600. Elle est maintenue dans sa position verticale par des boulons très puissants (1).

La volée est constituée par deux poutres en bois de 150 × 450 millimètres d'équarrissage, placées à une distance de 300 millimètres l'une de l'autre (fig. 4). Sur chaque poutre on a fixé un rail, et ces deux rails forment le chemin de roulement du treuil.

Pour monter la benne contenant les matériaux de construction, on se sert de trois poulies à gorge qui sont suspendues à six câbles. Le câble de soulèvement est fixé à l'extrémité de la volée et s'enroule autour de la poulie à gorge A (fig. 4) avant de descendre jusqu'à la benne; ensuite il remonte pour s'enrouler autour de la poulie à gorge B, descend de nouveau jusqu'à la benne, remonte jusqu'à la poulie C du treuil, descend encore jusqu'à la troisième poulie à gorge de la benne, remonte pour s'enrouler autour de la poulie D, et de là suit toute la longueur de la volée jusqu'au mât, où il descend du côté de la volée, passe sur des poulies à gorge, traverse le centre de la crapaudine (fig. 1) et arrive de là par une conduite jusqu'aux tambours d'enroulement dans le bâtiment du moteur.

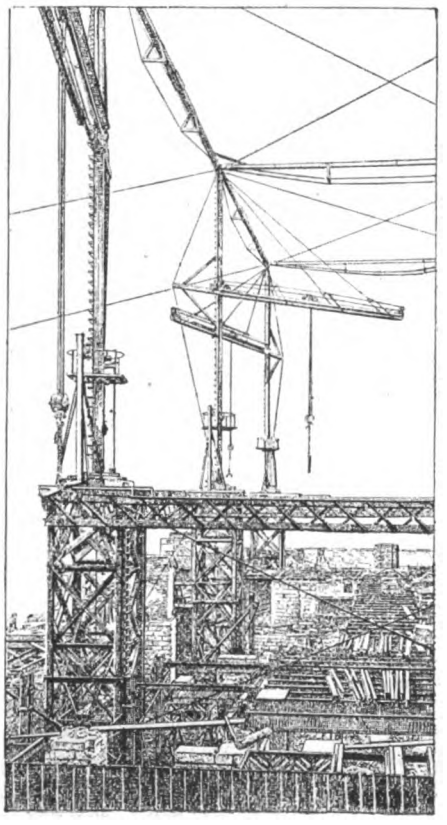


FIG. 1. — Élévation d'une partie de l'échafaudage.

Pour déplacer le treuil roulant sur la volée, on se sert d'une chaine qui s'enroule autour d'une poulie à gorge, placée à l'extrémité libre de la volée (fig. 1) et autour d'une roue à empreintes fixée sur le mât. Celle-ci est mise en rotation par une chaine sans fin mue à la main par un homme qui se tient sur la plate-forme.

Le seul mouvement encore nécessaire pour mettre la grue en fonctionnement est la rotation du mât; on l'effectue très facilement à la main par l'intermédiaire d'un engrenage héliçoïdal (fig. 2). De même, le déplacement du treuil le long de la volée est opéré avec une grande facilité; lorsque le poids de la charge atteint le maximum de 10 tonnes, deux hommes placés sur la plate-forme suffisent pour lui faire accomplir le trajet à l'aller et au retour.

Pour contrôler les opérations de soulèvement, on a installé sur chaque plate-forme un poste de six signaux électriques qui est en outre relié avec le bâtiment où se trouve le moteur. De cette manière on connaît, à tout moment, les mouvements qui s'effectuent ainsi que la vitesse de travail. En outre, un dispositif d'alarme permet au mécanicien de savoir à quel instant il doit arrêter sa machine lorsque le treuil a soulevé entièrement la benne, pour éviter des accidents.

Les grues serviront d'abord à l'édification des premiers étages, elles

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, n° 19, p. 249.

Digitized by Google

seront ensuite remontées sur l'ossature métallique et on terminera la construction de l'édifice.

Pour économiser du temps, on a disposé les briques par tas d'environ 1 200 briques que l'on amène de la briqueterie sur de petites voies de chemin de fer jusque dans la ville; ils sont déchargés au moyen d'une grue et portés ensuite à pied-d'œuvre. Il paraît qu'on réduit ainsi de 8 °/₀ les déchets qui se produisent ordinairement dans ces sortes de travaux par les brisures de briques.

T. C. H.

ÉLECTRICITÉ

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A PARIS

Le secteur de la Compagnie Parisienne d'air comprimé et l'usine d'électricité du boulevard Richard-Lenoir.

(Planche IV.)

C'est du jour seulement où quatre importantes Sociétés eurent obtenu du Conseil Municipal de Paris une concession pour l'éclairage électrique d'un secteur, que ce mode si agréable et si hygiénique d'éclairage est entré définitivement dans nos mœurs. Le mouvement a été tardif, mais il n'en a pas moins pris, dès le début, une telle intensité que ses progrès sont des plus intéressants à constater; ils sont caractérisés par la progression rapide de l'importance des stations centrales.

Tout d'abord, c'est la Société Mildé, Clerc et Cie qui installe, au Faubourg-Montmartre, des dynamos Edison de faible puissance actionnées, au moyen de courroies, par des machines horizontales à allure lente.

Puis la Société pour la transmission de la force par l'électricité monte une petite usine, rue de Bondy, avec des machines mi-fixes Weyher et Richemond commandant, par courroies, des dynamos Breguet à induits Gramme, pour alimenter les théâtres environnants : la Renaissance, la Porte-Saint-Martin, l'Ambigu et les Folies-Dramatiques; mais cette installation, dès que l'éclairage public est autorisé, devient insuffisante, et la Société n'hésite pas, dès 1889, sous l'impulsion de son directeur d'alors, M. Léon Lévy, à transformer complètement l'usine et à créer la première station centrale digne de notre capitale. Elle comporte 4 moteurs Weyher et Richemond compound, type pilon, de 150 chevaux, à 160 tours, actionnant, par courroies, 4 dynamos Desroziers de même puissance, tournant à la vitesse de 300 tours. A peine la transformation est-elle terminée que l'on entrevoit de nouveaux perfectionnements à opérer pour économiser la place, si chère à Paris. La dynamo Desroziers se prête admirablement aux allures lentes et par conséquent à l'accouplement direct avec le moteur; aussi la Société que nous venons de nommer installe-t-elle, l'année suivante, successivement trois centres de distribution : rue des Filles-Dieu, à la gare du Nord et au boulevard de la Villette, avec les mêmes moteurs à vapeur, actionnant directement, par un accouplement élastique, système Raffard, onze dynamos Desroziers de même puissance, ne tournant plus qu'à 160 tours.

La Société Edison, qui s'était rendue acquéreur du centre du Faubourg-Montmartre, et qui l'avait transformé, autant que la place le lui permettait, créait, à cette époque, une nouvelle usine avenue Trudaine, en même temps que la Compagnie Parisienne de l'air comprimé, fondée pour l'exploitation des procédés V. Popp, installait son usine centrale du boulevard Richard-Lenoir.

Les principes de ces deux usines sont les mêmes.

L'accouplement direct triomphe, et les unités augmentent de puissance. Ce sont, ici et là, des moteurs à vapeur de 300 chevaux, à la vitesse de 135 tours, entraînant par une liaison élastique ou autre, à gauche et à droite, deux machines électriques de puissance moitié moindre.

On peut dire que ces dernières usines représentent les installations les plus parfaites qui aient été créées jusqu'à ce jour. A ce titre elles méritent d'être étudiées en détail, et particulièrement l'usine du boulevard Richard-Lenoir, qui procède d'une idée théorique tout à fait différente de celles en usage, soit à la Société Edison, soit à la Société d'éclairage et de force par l'électricité.

Exposé général du secteur Popp. — Tandis que les deux autres Sociétés branchant directement leurs réseaux d'abonnés sur les usines génératrices, sont, par suite, obligées de fonctionner nuit et jour, et de suivre, avec leurs moteurs, toutes les variations de la consommation, la Compagnie Popp ne livre pas directement le courant aux consommateurs; elle charge des batteries d'accumulateurs installées dans des sous-stations, d'où dérivent les circuits alimentant les abonnés.

Ces circuits n'ont donc aucun rapport avec les lignes de chargement, ce qui laisse une grande latitude à la Compagnie pour le choix de la force électro-motrice des génératrices, sans porter aucune atteinte à la sécurité de son service. En effet, l'usine du boulevard Richard-Lenoir fournit, à certaines heures, un courant dont le potentiel est de 2 400 volts.

Le chargement de batteries épuisées exigeant toujours la même intensité de courant, et une force électro-motrice qu'on peut rendre constante par un choix convenable du nombre des sous-stations montées en tension, les unités de la station génératrice travaillent toujours à pleine charge, c'est-à-dire dans les meilleures conditions de rendement.

Enfin l'utilisation d'un haut voltage permet d'alimenter des sous-stations très éloignées des génératrices, et diminue par suite le nombre des stations centrales indispensables.

Il est vrai que les accumulateurs représentent un capital immobilisé équivalent au matériel électrique qu'ils remplacent et que leur entretien est de 5 °/₀ plus élevé; mais la réunion en un seul centre des groupes générateurs, leur travail constant à pleine puissance, présentent de tels avantages que l'on doit attendre de cette expérience la confirmation de la valeur économique du système.

Il nous a paru intéressant de donner ici un aperçu et de décrire avec quelques détails l'usine génératrice.

Cette usine, située boulevard Richard-Lenoir, est actuellement la source la plus importante d'énergie électrique distribuée dans le secteur concédé à la Compagnie Parisienne de l'air comprimé. Mais, en principe, ce secteur doit être alimenté par quatre usines à peu près d'égale puissance situées : cité du Retiro, près la Madeleine, Bourse du Commerce, rue Dieu et boulevard Richard-Lenoir.

Chacune d'elles est intercalée dans une boucle fermée. Les quatre boucles forment autant de circuits qui traversent en tension des batteries d'accumulateurs placées dans 25 sous-stations. Pour parer à l'éventualité de l'arrêt accidentel d'une station génératrice, 3 des 25 sous-stations sont à cheval sur deux boucles, et permettent, par la manœuvre de commutateurs spéciaux, de réunir les deux boucles

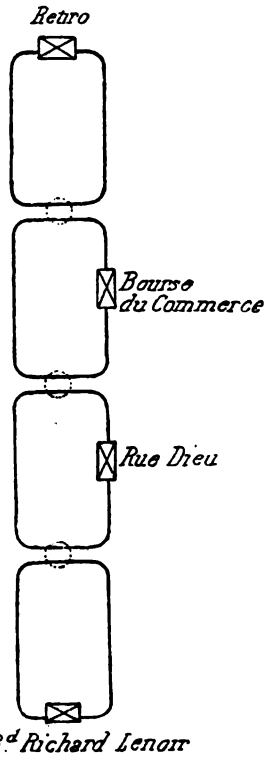


FIG 1.

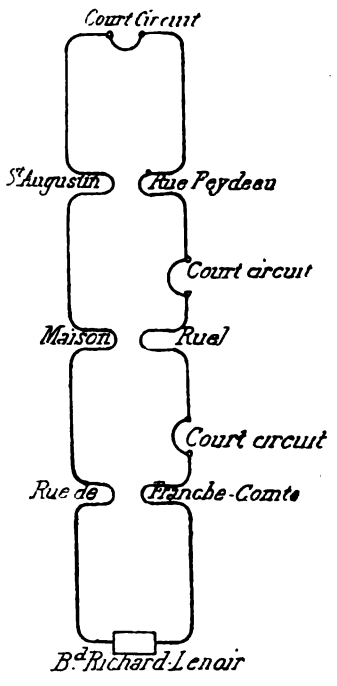


FIG. 2.

pour n'en plus former qu'une. Les deux schémas, ci-joints (fig. 1 et 2) indiquent les dispositions des circuits :

1° Pour la marche normale sur quatre stations génératrices;

2° Pour la marche actuelle sur la station du boulevard Richard-Lenoir seule en fonction.

La ou les stations génératrices (fig. 2) fournissent aux sous-stations un courant d'intensité constante et égale à 250 ampères. La force électro-motrice dans une boucle peut varier de 400 à 2 400 volts, en groupant en tension de une à six machines dynamos dont la force électro-motrice est de 400 volts.

Les batteries d'accumulateurs dans chaque sous-station comportent 65 éléments de 300 kilogr. de plaques. Chaque sous-station a au moins deux batteries, dont l'une est en charge sur le circuit des dynamos lorsque l'autre se décharge sur la canalisation secondaire des abonnés.

Usine du boulevard Richard-Lenoir. — L'usine du boulevard Richard-Lenoir fournit, comme nous venons de le dire, normalement au secteur, un courant de 250 ampères sous 2 400 volts au moyen de trois groupes de 300 chevaux. Un quatrième groupe identique sert de rechange.

Elle comporte en conséquence :

8 dynamos multipolaires intensives, système Desroziers, construites par la maison Breguet, et qui donnent chacune, à la vitesse de 135 tours, un courant de 250 ampères sous 400 volts;

4 moteurs à triple expansion de la maison Weyher et Richemond, capables chacun d'une puissance effective de 300 chevaux;

4 générateurs multitubulaires Babcox et Wilcox, construits au Creusot, timbrés à 12 kilogr. et pouvant vaporiser chacun 3 100 kilogr. d'eau à l'heure;

2 condenseurs automoteurs, système Weyher et Richemond, se servant mutuellement de rechange :

2 pompes alimentaires;

1 économiseur;

1 épurateur;

1 cheminée en briques.

Digitized by Google

Chaufferie. — La chaufferie occupe un bâtiment de 17m 50 de longueur sur 14m 50 de largeur. Le niveau du sol y a été creusé en contre-bas de la voie publique. Cette disposition est éminemment favorable aux manœuvres, et donne au collecteur de vapeur une pente constamment ascendante jusqu'aux moteurs.

Les quatre générateurs, système Babcock et Wilcox, sont multitubulaires avec tubes à circulation d'eau. Chacun d'eux présente une surface de chauffe de 226 mètres carrés, et peut donner, en allure normale, 14 kilogr. d'eau par mètre carré de surface de chauffe. Des essais de longue durée ont fixé à 9kil 5 la vaporisation par kilogr. de charbon. En marche courante, 2 générateurs suffisent; un troisième est allumé aux heures les plus chargées.

Économiseur. — Au sortir des générateurs, les flammes et produits de la combustion passent dans un « économiseur » système Lemoine. Cet appareil est essentiellement formé de tubes verticaux dans lesquels l'eau d'alimentation est obligée de circuler avant d'arriver aux pompes. Ces tubes sont complètement enveloppés par les flammes perdues qui amènent l'eau à une température moyenne d'environ 40 degrés. Des nettoyeurs mécaniques, constamment mis en mouvement par un petit moteur à vapeur de 5 chevaux, système Tangye, rejettent, dans un carneau, les dépôts qui se forment sur les tubes.

Pompes alimentaires. — Deux petits chevaux alimentaires se servent mutuellement de rechange, et assurent l'alimentation continue des générateurs sous pression.

Salle des Machines. — La salle des machines mesure 21 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur. C'est dans cet espace extrêmement restreint, que, grâce au choix particulier de moteurs verticaux à grande vitesse et de dynamos à allure lente et à accouplement direct, on est parvenu à loger des générateurs d'électricité permettant de fournir constamment au secteur un courant de 800 000 watts.

Moteurs. — Les quatre moteurs identiques construits par la maison Weyher et Richemond, avec la perfection qui caractérise les machines sortant de ses ateliers, sont du type vertical à triple expansion. A la vitesse de 135 tours environ et sous une pression de vapeur de 12 kilogr., ces moteurs, qui échappent au condenseur, donnent chacun une puissance disponible de 300 chevaux.

La construction de ces moteurs est particulièrement soignée; toutes les pièces en mouvement sont entièrement équilibrées; les portées sont très grandes, et les coussinets à rattrapage de jeu. La consommation de vapeur par cheval est inférieure à 8 kilogr. La constance de l'allure est assurée par un régulateur à force centrifuge qui règle l'ouverture de la valve d'admission.

Les dimensions principales de ces moteurs, qui sont déjà répandus dans l'industrie, sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre.	390	millim.
Diamètre du moyen cylindre	580	—
Diamètre du grand cylindre.	720	—
Course commune des pistons	450	—

Chaque moteur est pourvu de deux puissants volants qui servent aussi à l'entraînement des dynamos. La lubrification des organes en mouvement est faite à la graisse, grâce à une disposition spéciale qui la rend entièrement automatique.

Accouplement Raffard. — Les moteurs sont reliés à gauche et à droite à deux dynamos Desroziers, par l'intermédiaire d'accouplements élastiques système Raffard. On sait que cet ingénieux joint, qui est d'un usage courant dans les installations électriques à bord des navires, a pour but de réunir les arbres du moteur et de la dynamo, sans transmission, bout à bout. A cet effet, des broches, en nombre convenable, sont rivées sur le volant du moteur suivant une circonférence concentrique à l'arbre. La dynamo est munie d'un plateau qui porte un nombre égal de broches distribuées sur une circonférence plus petite que la précédente. Des bagues en caoutchouc relient ensuite chacune des broches du volant du moteur à l'une des broches du plateau de la dynamo. L'entraînement ainsi obtenu se fait sans chocs et, par suite, sans bruit; les glissements sont impossibles; l'élasticité du système permet une dénivellation sensible de l'un des arbres accouplés par rapport à l'autre, sans nuire au bon fonctionnement de l'ensemble; enfin, qualité très appréciable pour la conduite des dynamos à haute tension, la masse de la dynamo n'étant pas en contact mécanique avec le moteur, peut être entièrement isolée de la terre.

Dynamos génératrices. — Les huit dynamos génératrices, comme nous l'avons dit, sont du type multipolaire, intensives, système Desroziers, que construit avec un très grand succès, depuis trois ans, la maison Breguet. Le diamètre moyen de la couronne des fils induits est de 1m 410; la vitesse normale à l'usine Richard-Lenoir est de 135 tours à la minute. A cette allure, les dynamos donnent un courant de 400 volts et 250 ampères, et exigent chacune une puissance motrice d'environ 150 chevaux.

Il nous paraît inutile de revenir ici sur la description de ces dynamos, qui sont répandues dans les éclairages à bord des navires de guerre ou de commerce, comme dans un grand nombre d'installations à terre, et dont nous avons eu déjà souvent l'occasion de parler. Les dynamos du boulevard Richard-Lenoir sont d'ailleurs du même type que celles adoptées par la Société pour la Transmission de la force par l'électricité dans ses quatre stations centrales.

On sait que les propriétés caractéristiques de ce genre de machines sont : l'absence de fer dans l'induit; la ventilation extrêmement efficace, provenant de la disposition même des fils: la légèreté remarquable de la masse en mouvement. Ces propriétés assurent à la machine, et en particulier à l'isolant des fils induits, une solidité exceptionnelle. C'est ainsi que les premières dynamos Desroziers sorties des ateliers de la maison Breguet, en septembre 1887, et installées sur le paquebot le *Saint-Laurent*, de la Compagnie Transatlantique, ont atteint, jusqu'ici, suivant les renseignements qui nous ont été fournis, un nombre d'heures de service supérieur à 10 000, sans le moindre accident, et les conditions de leur fonctionnement sont cependant des plus pénibles qu'on puisse imposer, vu leur installation dans la cale du navire, et la température des régions tropicales que le paquebot traverse constamment.

Or, la question d'isolement est de premier ordre dans l'usine du boulevard Richard-Lenoir. L'usine génératrice doit, en effet, fournir à la ligne générale du secteur un courant de 250 ampères sous une force électro-motrice pouvant atteindre 2 400 volts. Ce courant, produit par des unités de 250 ampères sous 400 volts, exige donc, à certaines heures, la mise en tension de 6 dynamos. A ce moment, la différence de potentiel entre l'induit de la dernière des dynamos génératrices et la terre est de 2 400 volts. On conçoit que la moindre avarie dans l'isolement de l'induit doive entraîner des accidents très graves, auxquels les dynamos Desroziers sont par suite moins exposées que toute autre. Des précautions spéciales ont d'ailleurs été prises par la maison Breguet pour augmenter encore la sécurité à ce point de vue. Les collecteurs sont doublement isolés; ils sont complètement dégagés, de manière à en permettre facilement le nettoyage en marche. Ils ne portent que quatre balais disposés dans deux plans diamétralement opposés, malgré la multiplicité des pôles des dynamos. Enfin, les machines reposent, par d'épaisses cales en verre, sur de grands châssis en bois qui les isolent de la terre.

Le fonctionnement de ces dynamos a été, dès le début, irréprochable. La tenue des collecteurs est parfaite; aucune étincelle ne se perçoit aux balais, et cependant la durée de marche journalière est de 20 heures consécutives en pleine charge.

Mais le fait le plus remarquable à signaler est l'augmentation progressive de l'isolation des induits depuis leur mise en service. Cette isolation, qui n'était que de 3 megohms environ au début, est actuellement, selon les machines, de 200 à 250 megohms, et tend toujours à s'élever.

Le rendement, contrôlé avec d'autant plus de soin par la Compagnie Parisienne de l'Air comprimé qu'une prime importante était accordée à la maison Breguet, a été trouvé égal à 93 %, excitation déduite, chiffre tout à fait satisfaisant, surtout vu l'allure lente des machines.

Les inducteurs de ces machines sont excités par de petites dynamos séparées, mises en mouvement par l'intermédiaire de courroies montées sur les volants des moteurs à vapeur.

Tableaux de manœuvre. — Les balais de chacune des huit dynamos Desroziers sont reliés par des conducteurs, fortement isolés, à 8 tableaux identiques comportant chacun :

1 commutateur de manœuvre;
1 ampèremètre;
1 voltmètre.

Ces tableaux, construits par la maison Breguet, sont intercalés en tension dans la ligne et permettent :

1° De mettre la ligne en court-circuit lorsque la dynamo correspondante est à l'arrêt;

2° D'introduire dans la ligne la dynamo correspondante, sans avoir à ouvrir cette ligne et, par suite, sans interrompre la charge des stations secondaires;

3° De régler la force électro-motrice de chacune des dynamos par la manœuvre d'un rhéostat placé dans le champ.

Avant de sortir de l'usine génératrice, la ligne de charge passe sur un tableau indicateur destiné à avertir l'électricien de service des variations d'intensité qui peuvent se produire pendant la marche.

L'appareil essentiel de ce tableau est une balance ampèremétrique. Le courant de la ligne circule dans cette balance et en maintient horizontal le fléau aussi longtemps que les variations sont insignifiantes. Un abaissement ou un accroissement sensible de l'intensité entraîne la mise en branle d'une sonnerie qui tinte aussi longtemps que le réglage n'est pas terminé. Un ampèremètre intercalé dans la ligne et placé à côté de la balance indique le sens de la variation.

Brise-courant et interrupteur automatiques. — Le courant produit à l'usine étant uniquement destiné à la charge d'accumulateurs, un brise-courant a dû être installé pour rompre la ligne automatiquement au cas où la balance ampèremétrique n'aurait pas donné les indications nécessaires, ou que l'électricien de service n'aurait pas eu le temps de manœuvrer les rhéostats.

Le principe de ces appareils est bien connu. Le brise-courant adopté par la Compagnie Parisienne de l'Air comprimé ne diffère des appareils du même genre qu'en ce qu'il comporte en plus un interrupteur automatique, qui, avec le contact à mercure, assure la rupture des deux pôles de la ligne, lors de la mise en fonction de l'appareil.

Salle de condensation. — L'usine comporte en outre :

1° Une salle de condensation avec deux condenseurs automoteurs Weyher et Richemond, suffisants chacun pour condenser la vapeur de trois moteurs de l'usine;

2° Un épurateur, système Desrumeaux, destiné à précipiter des eaux de condensation du canal Saint-Martin les impuretés nuisibles au bon entretien des générateurs.

Service de l'usine. — L'usine est mise en marche tous les jours à minuit et n'est arrêtée que le soir à 10 heures.

Ordinairement, la charge d'une batterie dans chaque sous-station se fait pendant que l'autre batterie se décharge sur les lignes des abonnés; mais de 6 heures du soir à minuit, les sous-stations sont par-

Digitized by Google

fois tellement chargées, que les deux batteries qu'elles possèdent peuvent avoir à fonctionner simultanément.

La description des sous-stations et de leur service nous entraînerait d'ailleurs trop loin dans la présente note; nous nous réservons d'y revenir plus tard, quand des chiffres précis, relatifs à un fonctionnement d'une durée appréciable, pourront être joints à leur description et en augmenter l'intérêt.

Mais nous ne voulons pas terminer cet article sans exprimer à l'habile Ingénieur en chef de la Compagnie Parisienne de l'Air comprimé, M. Solignac, qui, sous la direction de M. Popp, a tracé le programme général du secteur et l'a entièrement exécuté, nos félicitations pour la belle usine qu'il nous a fait visiter, et sur laquelle il nous a lui-même donné, avec la meilleure grâce, tous les détails qui précèdent.

MAX DE NANSOUTY.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES

Les questions ouvrières sont, depuis de longues années, la préoccupation très sérieuse des hommes clairvoyants, qui ont à cœur la paix des ateliers et par conséquent la paix publique; mais dans ces derniers temps, aujourd'hui surtout, elle devient la préoccupation de tous et l'occupation de beaucoup. Les grèves permanentes, incessantes, qui troublent le monde du travail, les congrès ouvriers qui menacent la société tout entière, l'organisation générale de syndicats omnipotents et tyranniques, présentent des dangers qu'on ne saurait méconnaître. Ces dangers font désirer une solution: on cherche cette solution partout, on se convainc qu'elle existe, on voudrait la formuler, rien n'est plus naturel; mais la solution à laquelle on aspire n'est pas simple, nous doutons beaucoup, dans tous les cas, qu'il y ait un remède spécial. Les remèdes existent sans nul doute, mais ils sont multiples et varient suivant les milieux matériels et moraux des populations; dans tous les cas, tous ceux qu'on peut indiquer doivent avant tout reposer sur les principes les plus élevés.

M. Georges Berger, l'éminent Directeur général de l'Exposition universelle de 1889, que le *Génie Civil* a l'honneur de compter parmi les membres de son Comité supérieur de rédaction, a fait récemment connaître, dans le numéro du 31 octobre de cette revue (1), son sentiment sur cette grave question. Il est convaincu qu'il est nécessaire de réorganiser les conditions du salaire; il dit que cette réorganisation s'impose si l'on veut à la fois écarter les doctrines des sectaires et les révolutions. Il envisage l'action des outillages nouveaux, relativement aux conditions de la main-d'œuvre et sent très bien que cet outillage va chaque jour en se perfectionnant, de telle façon que l'ouvrier ne sera plus bientôt que surveillant ou manœuvre. L'artisan s'en va, c'est évident; dans ces conditions, il faut chercher et trouver le moyen de fournir une union, plus étroite que jamais, entre le capital et le travail. M. Georges Berger ne voit qu'un moyen pour atteindre ce but, c'est l'application du régime de la participation aux bénéfices, et il convie le *Génie Civil* à poursuivre l'étude de cette question; il juge que le législateur n'a pas à y intervenir, c'est bien certain; il juge aussi que la réglementation du travail de l'ouvrier adulte est impossible, c'est indiscutable. Il demande qu'on étudie comment la participation aux bénéfices pourra être répartie dans la plupart des grandes industries et enfin de « faire pressentir combien il sera aisé, à cette association effective du patron et de l'ouvrier, de faire œuvre d'initiative collective dans la fondation des caisses de retraites, de caisses d'assurances contre le chômage, les accidents et la mort. »

Nous n'avons pas la prétention, en ce qui nous concerne personnellement, de répondre à ces questions multiples, mais avant tout il nous paraît nécessaire de faire un exposé de la question fort intéressante de la participation aux bénéfices, qui n'est pas une nouveauté dans notre pays. Ce qui a été fait jusqu'ici donnera la mesure de ce qu'on peut espérer dans l'avenir et dira, si son application générale à la réorganisation du salaire des ouvriers, est possible ou impossible.

Le sujet que nous entreprenons de traiter ne saurait trouver ici les développements qu'il comporte; nous nous efforcerons de placer sous les yeux de nos lecteurs les points les plus importants et les faits principaux qui s'y rapportent. Nous renverrons souvent aux sources auxquelles le lecteur pourra recourir, s'il veut étudier la question plus à fond.

Le principe de la participation aux bénéfices est de toute antiquité; les Romains l'ont introduit dans les Gaules, au moment de la conquête, en y instituant le métayage qui est une application parfaite de l'idée. Dans les temps modernes, c'est en France, il y a environ cinquante ans, que la pratique de ce mode de rémunération du travail s'est appliquée dans l'industrie. La première application qui se maintient avec succès, a été faite par un homme de cœur et de dévouement, M. Leclaire, entrepreneur de peinture à Paris. La pratique de l'idée s'est peu étendue de 1842 à 1870. La société de participation aux bénéfices compte 16 applications dans cette période de 18 ans, et 23 de 1870 à 1878 (2).

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 27, p. 441.

(2) Voir la 3e livraison du *Bulletin de la participation aux bénéfices*, de l'exercice 1890. Imprimerie Chaix.

C'est en 1878 que M. Ch. Robert fonda la Société de participation aux bénéfices. Cette Société est composée de chefs d'exploitation de sociétés financières et industrielles, pratiquant ou disposés à pratiquer ce mode de rémunération du travail à titre complémentaire du salaire, confiants, dans tous les cas, dans l'efficacité de ce moyen, au point de vue qui nous est cher à tous, la paix des ateliers. Son but principal est l'étude de la vulgarisation des moyens divers pratiqués en France et en Europe et dans toutes les parties du monde, qui ont été, sont et seront appliqués dans cette pensée du partage, dans une certaine mesure, des bénéfices d'une affaire, au profit de ceux qui sont jugés coopérateurs de son succès. Cette Société exprime au sujet du salaire les vues les plus libérales et ne présente pas la participation aux bénéfices comme un remède spécial aux difficultés sociales au milieu desquelles nous nous débattons; elle déclare qu'elle cherche les avis, les observations, les jugements des hommes de bonne volonté, en situation de l'éclairer; elle recherche surtout les chefs d'industrie. Elle connaît et apprécie les principes du patronage et nous verrons qu'elle sait les appliquer; elle considère comme fondamental et au-dessus de tout débat, le grand principe de la liberté du travail, qui se manifeste notamment par les différents modes de rémunération du travail; elle reconnaît du reste que, jusqu'à présent, très généralement sinon absolument, la participation n'a été qu'un léger complément du salaire; elle dit que la participation n'est pas à ses yeux une panacée (1), en même temps qu'il est quelquefois malaisé de la réaliser; elle étudie tous les modes de rémunération du travail qui conduisent à l'union des intérêts. C'est la meilleure preuve que ses vues de prédilection ne sont pas absolues.

Nous n'avons qu'à approuver ces déclarations.

En effet, elles écartent les polémiques stériles. C'est une société d'études qui recherche, par la participation, à réaliser la paix des ateliers, elle a foi que la participation est un moyen qui peut nous y conduire. Voyons les résultats généraux qu'elle a obtenus.

Dans cette première partie de notre étude, nous nous bornerons à relever les faits, et ces faits, nous les relèverons uniquement dans les travaux rédigés sous l'inspiration de M. Ch. Robert, le *Bulletin de la Participation* et la traduction de l'ouvrage important du docteur Victor Böhmert, professeur d'économie politique à Dresde, par M. Trombert, secrétaire de la Société pour l'étude de la participation. M. Trombert est non seulement le traducteur de cet ouvrage, mais il l'a enrichi de nombreux documents et a mis à jour ceux présentés par l'auteur; une préface de M. Ch. Robert précise du reste très nettement la part qui appartient à M. Trombert dans ce gros volume, grand in-8° de près de 800 pages.

Déjà, nous avons dit que la France avait eu l'honneur d'appliquer la première la participation aux bénéfices, et que Leclaire l'avait pratiquée dès 1842 avec un dévouement et une générosité qui ne seront jamais dépassés si même ils sont atteints. Nous avons vu aussi qu'en 1878, au moment où M. Ch. Robert a fondé la Société pour les études pratiques de la participation, 39 maisons en faisaient profiter leur personnel. La troisième livraison du *Bulletin de la Participation* de l'exercice 1890, porte à 80, pour la France, le nombre des maisons qui l'appliquent, et relève, dans tous les pays étrangers, notamment en Europe et en Amérique, 143 exploitations de toute nature, qui en font l'application.

Voici comment se décomposent, par genre d'industrie, les 80 maisons, qui, en France, appliquent ce système :

Imprimeries	13
Compagnies d'assurances, banques, agents de change	16
Mécaniciens	8
Couvreurs et plombiers	8
Teinturiers	4
Entrepreneurs	3
Peintres en bâtiments	3
Sociétés linières	2
Produits chimiques	2
Dentelles et broderies	2
Tissus	2
Vignobles	2
Industries diverses et une application par industrie	15

Au total, 80 applications à 27 genres d'industries diverses.

Le *Bulletin de la Participation* a publié en 1886 un tableau synoptique, très bien fait, qui établit à cette date le mode d'application du système; qui précise, quand il le peut, le tantième de la répartition et qui en indique l'emploi. Il importe de se reporter à ce tableau pour avoir les renseignements spéciaux à chaque maison, mais on peut dire ici qu'on n'entrevoit dans ce document aucune règle précise. Le taux de la répartition est déterminé ou indéterminé; quand il est déterminé, il varie de $^1/_2$ % à 75 %; 49 maisons fixent la part comprise dans les limites que je viens d'indiquer; elle est en moyenne de 17 %. Pour 31 maisons, la part est indéterminée; c'est une gratification prise sur les bénéfices, sans doute, comme toutes les gratifications pratiquées par la générosité des patrons et des compagnies. Quant à la base de la répartition, elle se fait souvent au prorata des salaires, plus rarement d'après le chiffre des salaires et le degré d'ancienneté; une seule maison la fait absolument d'après l'ancienneté; enfin, quatre maisons suivant l'appréciation du chef de la maison.

Quant aux modes d'emploi de ces bénéfices, ils sont encore plus variés. Les uns les remettent en totalité en argent, M. Bord, fabricant de pianos, l'un des plus généreux du système, répond à la Commis-

(1) *Bulletin de la participation aux bénéfices*, 1re livraison, 1879, page 3.

Digitized by Google

sion d'enquête (1) des associations ouvrières ; qu'il laisse absolument ses ouvriers libres de faire tel usage qu'ils jugeront de la répartition qu'il leur alloue ; en 1866, il a ainsi réparti 16 000 francs ; en 1870, 47 000 francs ; en 1875, 121 000 francs ; en 1882, 130 000 francs.

Parmi ceux qui font la remise de la participation en espèces, un seul, M. Laroche-Joubert, en fait une application spéciale ; chez lui la moitié de la participation est appliquée à l'acquisition de titres de l'entreprise.

16 maisons versent partie en espèces et partie à diverses œuvres de prévoyance.

20 maisons retiennent les bénéfices en totalité pour la constitution d'un patrimoine transmissible ou pour la fondation d'une caisse mutuelle destinée à fournir des pensions viagères.

16 maisons, dans le même but, retiennent une partie seulement de ces allocations.

33 délivrent aux intéressés des livrets individuels ; ce sont évidemment les maisons qui appliquent les répartitions à la constitution d'un patrimoine ou de pensions viagères.

5 sociétés ou particuliers appliquent la participation, en totalité ou en partie, à l'acquisition de titres de l'entreprise.

29 maisons font subir une déchéance, partielle ou totale, à leurs employés ou ouvriers quand ceux-ci quittent la maison, soit du fait de leur libre volonté, soit du fait d'une révocation. C'est là une mesure grave, très discutée au Congrès de la participation qui s'est tenu en 1889 à l'Exposition universelle ; elle a divisé en deux parties presque égales le nombre des membres de ce Congrès.

Pour être complet, je dois dire que le tableau, dont je cherche à donner une idée, précise qu'un certain nombre de maisons font participer les ouvriers aux pertes : elles sont au nombre de sept et comprennent les plus fervents disciples de la participation. Je les citerai toutes, ce sont : les maisons Leclaire, la papeterie d'Angoulême, M. Dorgé, M. Lenoir, MM. Bellon et Isaac, Abadie et Cie, et Godin.

Quatre maisons accordent aux intéressés un droit de contrôle sur leur bilan : Leclaire, la papeterie d'Angoulême, Dorgé, Billon et Isaac. La maison Goffinon accorde aussi le contrôle.

Enfin, quatorze maisons ont institué un comité consultatif en vue de régler toutes les questions qui intéressent la participation. Ce sont particulièrement les maisons qui s'occupent d'œuvres patronales. Cette mesure est excellente à tous les points de vue.

Une maison, celle dirigée par M. Lombart, fabricant de chocolat, qui n'est pas comprise au tableau de 1888, pratique la participation depuis quelques années ; elle en fait application pour les deux tiers à l'acquisition de maisons ouvrières.

Il résulte, de ce qui vient d'être dit très généralement des faits qui touchent à ce système de remunération du travail :

1° Qu'il peut s'appliquer à de nombreuses industries, puisque nous avons en France quatre-vingts exemples pratiqués par vingt-sept industries diverses ;

2° Qu'il n'y a aucune règle qui fixe la répartition. Nous avons dit qu'elle était de $^1/_2$ à 75 °/₀. M. Bord a abandonné tous ses bénéfices à ses ouvriers ; elle varie donc de $^1/_2$ °/₀ chez M. de Thunen, propriétaire foncier à Tellow (Mecklembourg), jusqu'à 100 °/₀ chez M. Bord, en passant par 1, 1 $^1/_2$, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 25, 33, 35, 50, 55 et 75 °/₀. C'est à tort, selon nous, que le tableau appliqué à la pratique de la participation comprend pour 40 °/₀ de noms qui déclarent avoir l'intention de faire et, en fait, font une répartition sur leurs bénéfices dont le taux est indéterminé ; ce n'est là qu'une gratification et si l'on comprenait dans ce tableau toutes les maisons qui font une gratification à leurs employés, contremaîtres ou chefs ouvriers, la liste serait infinie ; car c'est là une pratique, sinon générale, du moins très répandue dans l'industrie. Nous voulons étudier la participation aux bénéfices d'une manière sérieuse et c'est le motif pour lequel nous écartons ce qui est réellement une gratification ;

3° Qu'il n'y a aucune règle, pas plus qu'une pratique régulière, pour l'emploi de la part des bénéfices attribuée au personnel. Les uns comptent cette part totale en argent sans se préoccuper de ce qu'en fera l'ouvrier. Les autres la retiennent entièrement et l'appliquent à la constitution d'un patrimoine ou la versent à une caisse spéciale destinée à fournir des pensions viagères. Quelques-uns font un partage : ils sacrifient une part au présent, font de l'autre une œuvre de prévoyance. Les plus confiants ou les plus téméraires n'hésitent pas à engager cet argent dans leur propre industrie, au lieu de le réserver pour assurer l'avenir de la famille ; ils sont convaincus, sans doute, qu'il doit l'assurer par l'industrie. Enfin, plusieurs infligent une déchéance à cette participation et d'autres soumettent les participants aux pertes comme aux bénéfices. Quelques industriels admettent le contrôle, un plus grand nombre un comité consultatif. Pour ma part, j'aime beaucoup ce comité consultatif ; j'ignore comment il fonctionne mais il établit entre patrons et ouvriers un contact, des rapports suivis. C'est là une pratique qui doit avoir les meilleurs résultats.

Il est clair que la participation chez ses plus fidèles adhérents cherche encore sa voie. Ce fait, incontestable et je crois incontesté, n'est pas pour décourager ceux qui sont dévoués à l'idée supérieure qu'elle renferme ; c'est certainement une idée d'union et de paix. La voie est incertaine, on la trouvera peut-être par la persévérance ; le moment n'est pas encore venu de la discuter. Les tentatives de ce nouvel appoint au salaire ont été faites par des hommes de grande autorité ; suffit de citer les noms de MM. Laroche-Joubert, Paul Dupont, des Conrcy, Chaix, Goffinon, Lalande, Mozet, Lombart, etc., pour en avoir le témoignage irrécusable. Le système ne répondra peut-être pas à leurs vœux ; mais il peut reussir dans leurs mains habiles. Tous représentent non seulement l'honorabilité, mais le succès, non pas seulement le succès financier, mais le succès sous les bons rapports continus avec leur personnel ; tous vivent au milieu de leurs ouvriers, ils en sont aimés et estimés. Appuyée sur de tels hommes, la participation aux bénéfices se trouvait dans les conditions les plus favorables Ces conditions ont-elles un caractère général ?

Avant de répondre à cette question, je voudrais encore éclairer le problème que nous étudions par quelques exemples favorables, et si le lecteur le veut bien, nous allons parcourir avec lui rapidement le volume de M. Trombert.

Maison Leclaire, à Paris. — La maison fondée par Leclaire en 1842 mérite à tous les titres la première mention.

Dès 1842, Leclaire déclara à ses ouvriers qu'il adoptait en leur faveur le système de participation et, en 1843, il leur distribuait, à leur grande surprise, 11 886 francs, 17 340 en 1844, 12 350 en 1845. Il admit bientôt que les trois quarts de ses bénéfices profiteraient à ses ouvriers, qu'ils en toucheraient les deux tiers proportionnellement au salaire gagné par chacun et qu'un tiers serait appliqué à une caisse de secours chargée de régler des pensions, qui s'élèvent aujourd'hui à 1 200 francs et qui profitent aux ouvriers d'élite, chefs ouvriers chargés de diriger les équipes, que les patrons des ateliers de peinture sont dans l'obligation d'envoyer chez leurs clients dans toutes les parties de la ville. En 1864, les sommes attribuées à la Société de secours dépassaient 460 000 francs ; en juin 1877, elles avaient atteint 900 000 francs ; en 1882, elles étaient de 1 412 224 francs. A cette date, la caisse de secours servait à 44 rentiers, sociétaires ou veuves, 34 pensions de 1 200 francs et 10 pensions de 600 francs.

La maison Leclaire occupe par an 1 000 à 1 200 ouvriers, comprenant tous ceux qu'elle prend dans les moments de la plus grande activité du travail. Son personnel normal ne dépasse pas le chiffre de 500 ; sur ce nombre 125 ouvriers, environ, composent le noyau.

J'ai sous les yeux les chiffres de sa répartition de 1869 à 1881 : dans cette période de 12 années, son taux, relatif au salaire, a varié de 16 à 21 °/₀, dont 5 à 7 °/₀ pour la caisse de secours, 11 à 14 °/₀ aux salaires.

Les réserves, calculées par M. Guïyesse, actuaire, répondent parfaitement aux pensions promises ; ces pensions ont ainsi les plus parfaites garanties.

Tous les membres du noyau ne font pas partie de la caisse de secours : en 1876, 80 seulement sur 116 en composaient le personnel.

Si résumée que doive être notre citation, il est indispensable de signaler que tout désaccord, qui peut se produire entre patrons et ouvriers, est jugé par un Comité de conciliation composé de neuf membres, dans lequel les ouvriers, au nombre de cinq, ont la majorité. Ces ouvriers sont nommés par leurs pairs, ils font partie du noyau. Trois employés et le patron font partie du Conseil ; le patron est président. C'est là une mesure de très grande sagesse et, si elle était appliquée partout, elle éviterait bien des grèves, elle éviterait dans tous les cas l'action malfaisante des agitateurs, étrangers aux intérêts qu'ils bouleversent.

M. Leclaire est mort en 1872. Toutes ses précautions étaient prises pour que son œuvre ne périsse pas avec lui ; elles étaient admirablement prises, puisque cette œuvre prospère. Il n'est pas sans intérêt de noter que M. Ch. Robert est Président de la Caisse de secours fondée par Leclaire, qui est si solidement dotée, mais qui ne profite, il faut le dire aussi, qu'au quart du personnel normal de la maison et au huitième environ du personnel général.

Maison Dorgé-Heuzé, à Coulommiers. — Le principe sur lequel repose la participation chez M. Dorgé mérite d'être signalé.

Tout ouvrier ou employé peut être admis à participer aux bénéfices et aux parts de l'entreprise.

Les apports de chaque participant consistent :

1° Dans son salaire (capital salaire) ;

2° Dans un versement de mille francs en espèces. Cette somme de 1 000 francs peut être payée en une seule fois ; au moment de son admission elle peut être payée par une affectation consentie du dixième de son salaire. Le participant peut augmenter son versement jusqu'à concurrence de 5 000 francs.

Voici l'exemple d'une répartition dans l'hypothèse d'un bénéfice de 10 000 francs.

Matériel et capital fourni par M. Dorgé . . Fr.	70 000	75 000
Son traitement comme Directeur.	5 000	
Salaire des employés et ouvriers participants. .	21 500	25 000
Capital déposé par le personnel	3 500	
La part de M. Dorgé sera de.	7 500	10 000
La part du participant de	2 500	

Cette combinaison a été appliquée par M. Dorgé dès 1873. En 1881, la maison s'étant transformée en Société anonyme ; M. Dorgé a maintenu, dans la société nouvelle, les avantages qu'il avait consentis en faveur de son personnel quand seul il gérait la maison.

Trente membres, sur cent vingt, composant le personnel de l'usine, font aujourd'hui partie de cette société. C'est évidemment l'élite du personnel.

La répartition est en moyenne, depuis 1867, de 6 °/₀ du salaire.

Imprimerie Chaix, Paris. — Le régime de la participation aux bénéfices a été inauguré dans cette maison en 1872. M. Chaix annonça à ses ouvriers qu'une part de 15 °/₀ sur les bénéfices nets de la maison leur serait attribuée désormais et que cette part serait répartie de la manière suivante :

5 °/₀ en espèces aux ouvriers et employés ayant servi l'établissement avec zèle et habileté pendant trois années consécutives, et ayant été admis, sur leur demande, à participer aux bénéfices ;

(1) Enquête de la Commission extra-parlementaire des *Associations ouvrières*, tome II, pages 219 à 225 Cette enquête, qui comprend trois volumes grand in-quarto, est très complète et très précieuse à consulter.

Digitized by Google

5 °/₀ portés à un compte de prévoyance et de retraite pour être remis, sous forme de rentes, à chaque participant ou être payés comptant à ses héritiers, s'il mourait en activité de service ;

5 °/₀ également inscrits au compte de prévoyance et de retraite, mais n'étant définitivement acquis au participant, qu'à l'âge de soixante ans ou après vingt ans de services non interrompus.

Et, aussitôt, M. Chaix versa dans la caisse de retraite, pour être appliquée à la troisième part, une somme de 52 000 francs qui rapporta à chaque intéressé 50 francs par année de présence, soit pour dix années, 500 francs; pour vingt, 1 000 francs. On releva les noms d'ouvriers ayant jusqu'à 25 et 26 années de service ; il leur fut attribué 1 250 et 1 300 francs.

En 1872, la maison Chaix occupait 600 ouvriers; le nombre des participants était de 130, et s'est élevé progressivement jusqu'à 368 en 1884 ; mais aussi, le nombre d'ouvriers a passé de 600 à 1 200. On a ainsi comme participants le tiers à peu près des ouvriers de la maison. Le taux de la répartition, jusqu'à 15 °/₀ des bénéfices, a produit en moyenne 7 ½ °/₀ du salaire des membres participants ; la somme totale qui est devenue ainsi la propriété des ouvriers de 1872 à 1883 s'est élevée à 719 589 fr. 90 c., dont un tiers, formant la première part, a été distribué comptant. M. Chaix a constaté que la moitié environ des participants, soit un sixième des ouvriers, appliquaient cette part soit à des versements à la caisse de retraites de l'Etat, soit en primes d'assurances sur la vie.

Sur les 368 participants en activité de service au 1ᵉʳ janvier 1884 :

5	ont un livret de	8 000 fr. et plus ;
5	—	6 000 à 8 000 fr. ;
22	—	4 000 à 6 000 fr. ;
30	—	2 000 à 4 000 fr. ;
306	—	2 000 fr. et moins.

Il n'est pas sans intérêt d'indiquer la durée du service des membres participants :

4	participants ont plus de	30 ans de service
20	—	20 à 30 ans ;
121	—	10 à 20 ans ;
152	—	5 à 10 ans ;
71	—	3 à 5 ans.

La maison se loue des sacrifices qu'elle s'est imposés ; les participants recueillent du système des résultats effectifs. Quand la grève de 1878 s'est produite, un seul participant y a pris part.

Papeterie Laroche-Joubert, à Angoulême. — Je prendrai comme quatrième et dernier exemple, la papeterie coopérative de MM. Laroche-Joubert et Cⁱᵉ, à Angoulême. Cette usine occupe 1 200 ouvriers; elle a pour chefs les Laroche-Joubert depuis plusieurs générations.

La rémunération du travail se règle à la tâche ; les ouvriers reçoivent en outre des primes relatives à leur production. Ils reçoivent dans certains cas des gratifications.

On ne saurait, dans les quelques lignes que nous pouvons consacrer à cet exemple, exposer clairement et entrer dans tous les détails de l'organisation fort originale et très intelligente appliquée par les chefs de cette importante exploitation. On doit dire que l'intérêt accordé aux ouvriers et employés est non seulement dans le prix du travail à la tâche et dans la gratification, mais que chaque étape de fabrication, chaque fabrication spéciale, fait ses inventaires et fixe son bénéfice ; que les agents, employés et ouvriers attachés à chacune de ces fabrications en ont leur part, relative à la fois, à leur salaire et à la durée de leurs services. Enfin, que tout ouvrier ou employé peut appliquer ses bénéfices à l'achat de titres de la Société et qu'alors il a sa part spéciale comme intéressé ; que les parts attribuées au salaire et à l'ancienneté varient de 25 à 50 °/₀ ; que par conséquent les bénéfices généraux de la Société reçoivent des fabrications diverses de 50 à 75 °/₀ du bénéfice total.

Voici quelques chiffres en total ; ils ne fixent pas la part de chacun ni le dividende, mais ils ont leur importance.

De 1869 à 1881, le total des sommes payées par la participation s'est élevé à 1 272 228 fr. 10 c. et donne ainsi une moyenne annuelle de 97 863 fr. 70 c. Pour les trois années 1882, 1883, 1884, la participation s'est élevée à 559 789 fr. 10 c., soit en moyenne 186 596 fr. par année, et dans cette dernière période, l'augmentation des bénéfices généraux n'a été que de 23 °/₀. Je puis encore ajouter, d'après les déclarations de M. Laroche-Joubert à la commission d'enquête, que la somme de 186 596 fr. 33 c. s'est ainsi partagée :

117.865 40	aux employés supérieurs et chefs de service ;
41.311 22	pour la part des salaires ;
27.419 71	pour le capital et les dépôts des participants ;

en dehors de l'intérêt de 4 °/₀ attribué par avance au capital et à ces dépôts.

M. Laroche-Joubert manifeste en toute occasion la plus grande satisfaction du système qu'il pratique.

Aujourd'hui, le personnel possède une partie considérable des titres de la Société. L'autorité reste entière aux mains des gérants.

Il me serait possible et bien facile de citer encore des exemples pleins d'intérêt ; mais cela m'entraînerait trop loin et du reste ces exemples confirmeraient simplement ce fait, important sans doute, que quelques personnes ont appliqué la participation avec succès, — le fait est suffisamment démontré. D'après le *Bulletin de Participation*, nous en avons quatre-vingts. Ce chiffre est discutable. Je l'ai déjà dit en signalant qu'une participation indéterminée était une gratification. Je puis le démontrer même pour une partie de ceux qui figurent parmi les exploitations qui ont fixé un taux de répartition : MM. Mame et Cⁱᵉ donnent une commission sur la vente; la Compagnie d'Orléans distribue une somme variable absolument en dehors de ses bénéfices; le Bon Marché attribue à une élite de son personnel une part de ses bénéfices, mais très généralement il se borne à donner une prime sur les ventes, etc. Mais je ne veux pas entrer dans la discussion de détails, au sujet du classement de l'état qui nous est présenté ; je puis l'admettre sans exception, il ne saurait m'embarrasser dans les objections qui bientôt suivront cet exposé.

La participation aux bénéfices a de nombreux admirateurs ; la pensée qu'elle représente est éminemment sympathique, les hommes les plus distingués y applaudissent. La Société qui a pour but son étude a tenu l'année dernière, à la date du 15 mars, sa douzième assemblée générale à l'Hôtel Continental: elle était présidée par M. Jules Simon, ayant à ses côtés deux anciens ministres des plus éminents, MM. Léon Say et Waldeck-Rousseau; MM. Ch. Robert, président de la Société, Goffinon, vice-président, Frédéric Dubois, trésorier, et A. Trombert, secrétaire, complétaient le Bureau.

Sur l'estrade et dans la salle, on remarquait des hommes qui sont connus par leur mérite et leur dévouement aux questions sociales : MM. J. Siegfried, Laroche-Joubert, Emile Cheysson, Welche, ancien ministre, Mozet, Audéoud, Lalance, Piat, F. Clavel, Fitsch, le pasteur Arboux, Emile Chevalier, etc.

La Presse avait envoyé à cette assemble de nombreux représentants : *Le Temps*, *Les Débats*, *Le Moniteur universel*, *Le Petit Journal*, *Le Petit Parisien*, *La République française*, etc. Ces journaux ont fait un compte rendu de la très brillante séance.

M. Ch. Robert a rappelé les faits qui ont marqué le Congrès de la participation. MM. Léon Say, Jules Simon, Waldeck-Rousseau, ont formé des vœux pour le succès de la participation. On sait avec quel talent.

On voit par ce qui précède que rien n'a fait défaut à la participation pour réussir. Elle a eu en Leclaire un initiateur puissant, généreux come on n'en saurait trouver, en M. Ch. Robert un apôtre infatigable toujours sur la brèche, un croyant éloquent, un maître éminent qui depuis plus de douze années n'a pas cessé un seul jour de travailler à son œuvre. Il a réussi à nous présenter de brillants exemples, — nous en avons décrit quelques-uns ; son système est honoré des plus flatteuses approbations, il reçoit les encouragements des personnages les plus en vue ; des hommes considérables, les orateurs les plus renommés forment pour le succès du système les vœux les plus ardents, la Presse de tous les partis s'unit aux orateurs, et malgré tous ces efforts, malgré tous ces encouragements, M. Jules Simon, dans cette réunion brillante du 15 mars dernier, que nous venons de rappeler, a pu dire, en suppliant les personnes qui se préoccupent des difficultés actuelles d'étudier ce moyen de pacification sociale :

« La participation aux bénéfices n'a pas encore été pratiquée en grand. »

Notre devoir est d'en chercher les motifs. Ce sera là l'objet de notre prochain article.

(A suivre.) A. GIBON.

CHIMIE INDUSTRIELLE

FABRICATION DES POUDRES ET EXPLOSIFS NITRÉS

Acides et sous-produits.

La fabrication des explosifs nitrés et des poudres sans fumée a pris une telle extension qu'il est devenu nécessaire d'apporter une attention toute spéciale à la préparation des matières premières et surtout des acides concentrés au degré qu'exige une bonne nitration. De plus, la concurrence sans cesse croissante des usines a obligé les fabricants à rechercher les moyens de diminuer leurs prix de revient en procédant à la récupération des acides sulfurique et nitrique qui ont servi à préparer la nitroglycérine et les nitrocelluloses, et en utilisant les sous-produits.

Les progrès qui, déjà, ont été réalisés dans ces divers ordres d'idées, sont très importants; nous indiquerons plus particulièrement les nouveaux procédés de concentration des acides sulfurique et nitrique, la séparation des acides du mélange sulfonitrique, et enfin l'utilisation des sous-produits de la fabrication de l'acide nitrique.

I. Concentration de l'acide sulfurique par le procédé Négrier. — L'acide sulfurique qui sort des chambres de plomb titre 53° B. environ, et contient 33 °/₀ d'eau en poids (1). En cet état, il est impropre aux usages commerciaux et industriels ; si on veut l'utiliser dans les fabriques de dynamite et de fulmicoton, il faut le concentrer à 66° B., et il contient alors de 95 à 99 °/₀ de monohydrate, H^2SO^4 selon la formule atomique (2).

Le travail comprend deux opérations successives : dans une première, on amène l'acide au degré 60, soit 78 °/₀ de monohydrate, par une simple évaporation à l'air libre dans de grands bassins en plomb,

(1) Dans tout ce qui va suivre, nous adopterons, pour les indications de densités, degrés Baumé et pourcentages en acide monohydraté, la nomenclature et les tables de J. Kolb.

(2) En raison des impuretés que renferme toujours l'acide sulfurique commercial (sulfate de plomb, sulfate de fer, acide arsénieux, sélénium, etc.) malgré tous les soins apportés à sa fabrication, il est impossible de fixer une concordance exacte entre les teneurs en monohydrate et les poids spécifiques ou les degrés Baumé. C'est pourquoi le degré 66 ne correspond jamais exactement à une teneur de 100 °/₀ en poids d'acide monohydraté.

Digitized by Google

à fond plat, et réunis en cascades ; puis on achève la concentration à 66° B. dans des récipients en platine.

On connaît les inconvénients de ces vases de platine qui sont d'ailleurs extrêmement coûteux et exigent une immobilisation importante de capitaux, le moindre d'entre eux valant 25000 francs. Or, toutes les tentatives faites jusqu'à présent dans le but de les remplacer par des appareils plus pratiques avaient toujours échoué, et c'est cette année seulement que M. Ch. Négrier, après de nombreuses expériences, est parvenu à construire un four simple, économique, qui concentre l'acide sulfurique aussi bien que la cornue de platine et qui trouvera sa place dans toutes les petites usines de produits chimiques, les dynamiteries et les fabriques de nitrocelluloses (fulmicoton, nitrocellulose soluble, collodion).

Dans la nouvelle disposition, le récipient de platine est remplacé par une série de capsules en porcelaine dure et résistant au feu le plus vif. Celles-ci sont disposées en cascades les unes au-dessus des autres, et l'acide, qui arrive à 60° B. dans la plus élevée, s'écoule lentement dans les suivantes, de telle façon qu'en sortant de la dernière, le liquide soit concentré au degré voulu.

Ces capsules, dont le diamètre mesure 0m 30, ont 0m 15 de profondeur. Elles sont supportées, deux par deux, sur des plaques en fonte ou en terre réfractaire munies de renflements en forme de cuvettes dans lesquelles elles sont posées avec un jeu de 4 à 5 millimètres. Pour éviter les ruptures que pourraient produire des chocs brusques et répétés, ou des dilatations inégales, on interpose entre les capsules et les cuvettes une couche protectrice d'amiante, en tissu ou en fils. On a d'ailleurs la précaution de déposer dans les capsules des fragments de porcelaine ayant pour but d'atténuer les soubresauts que ne manque pas de produire l'ébullition.

Le foyer de chauffage est placé au-dessous de la dernière capsule, et les flammes, qui circulent sous les divers étages de cuvettes, ne s'échappent dans la cheminée qu'après avoir encore été utilisées pour élever la température des acides qui doivent passer à la concentration.

La disposition générale d'un four Négrier perfectionné est indiquée

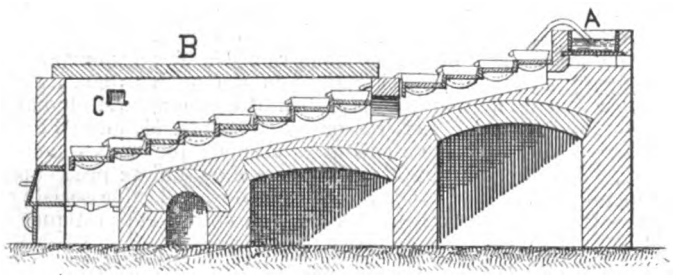


Fig. 1 et 2. — Four Négrier pour la concentration de l'acide sulfurique. Coupe et plan.

par les figures 1 et 2, qui en donnent une coupe longitudinale et le plan.

Un four complet comprend 16 capsules pour la concentration, 8 pour une chauffe préparatoire à l'air libre, et un réservoir en plomb A disposé sur le passage des gaz encore chauds qui se rendent à la cheminée. L'acide qu'on envoie dans ce réservoir commence à se concentrer, il s'écoule ensuite dans les capsules de première chauffe par un siphon dont le débit est réglé selon les conditions de travail du four, et il titre déjà 60° B. lorsqu'il arrive dans le four de concentration proprement dit.

Les vapeurs acides formées dans cette portion de l'appareil s'échappent par tirage dans un carneau C, ménagé sous une plaque B en fonte ou mieux en pierre de Volvic, qui ferme la chambre d'évaporation.

On emploie de préférence une dalle en pierre de Volvic, car la fonte serait attaquée à la longue et donnerait du sulfate de fer qui souillerait l'acide.

Quoique cette dalle soit toujours assez chaude pour qu'il n'y ait pas à craindre de condensation, il est néanmoins de bonne précaution de lui donner une légère inclinaison pour favoriser l'écoulement des liquides résultant des condensations accidentelles et empêcher ceux-ci de retomber dans les capsules de concentration.

Les deux groupes de capsules qui se trouvent immédiatement au-dessus de la grille étant plus exposés que les autres à la cassure ou aux fêlures, on les place sur des plaques-cuvettes en terre réfractaire dont la dilatation est moins inégale que la fonte.

Les premières cuvettes-supports sont percées de trous qui donnent aux gaz chauds du foyer un accès plus immédiat sous les capsules et qui, en même temps, facilitent l'écoulement des acides lorsqu'il survient une casse ; celles qui sont plus éloignées du foyer et pour lesquelles l'action des flammes est moins à redouter n'ont pas de fond, et les capsules qui leur correspondent sont directement chauffées.

Les plaques de fonte et de terre réfractaire sont munies de rebords qui se juxtaposent et empêchent les gaz du foyer de pénétrer dans la chambre des vapeurs acides ; on a d'ailleurs la précaution de compléter les joints au moyen d'un mastic de poudre d'amiante, ou de silicate de soude et de poudre d'amiante.

Lorsqu'une capsule casse, le liquide qu'elle contenait s'écoule dans le foyer où sa présence est immédiatement signalée ; on arrête alors l'alimentation et on remplace la capsule brisée. L'opération demande tout au plus 3 à 4 minutes, et il est inutile de faire tomber les feux ou même de les ralentir. Cette introduction accidentelle d'acide sur la grille ne présente aucun danger.

Les capsules de première chauffe ne reposent pas sur des cuvettes en fonte ; elles sont simplement placées dans des évidements qui ont été ménagés dans les plaques d'appui, et reçoivent directement, par conséquent, l'action des gaz chauds qui ont déjà circulé sous les capsules de concentration.

Chaque groupe de capsules en porcelaine se trouve séparé du groupe voisin par les rebords des plaques d'appui ; en outre, elles sont toutes enveloppées de sable fin tassé qui achève de les isoler les unes des autres. Avec ces précautions on n'a à redouter aucun contact préjudiciel qui pourrait résulter de dilatations inégales dans les diverses pièces hétérogènes de l'appareil.

Toute la maçonnerie de la chambre des acides est faite en briques de grès sur lesquelles repose une dalle en pierre de Volvic. Latéralement est aménagé un carneau d'aspiration auquel aboutit un tuyau de plomb destiné à évacuer et condenser les vapeurs acides.

L'économie du four Négrier comprend donc trois opérations successives :

1° Chauffage des acides à 53° B. des chambres de plomb ;
2° Concentration à 60° B ;
3° Concentration au degré industriel 66° B.

L'appareil à 24 capsules et réservoir en plomb, tel que nous venons de le décrire, donne des résultats absolument remarquables. Il fournit en 24 heures de 1 100 à 1 300 kilogr. d'acide à 96 °/₀ en poids de monohydrate, avec une consommation de charbon qui ne dépasse pas 200 kilogr.

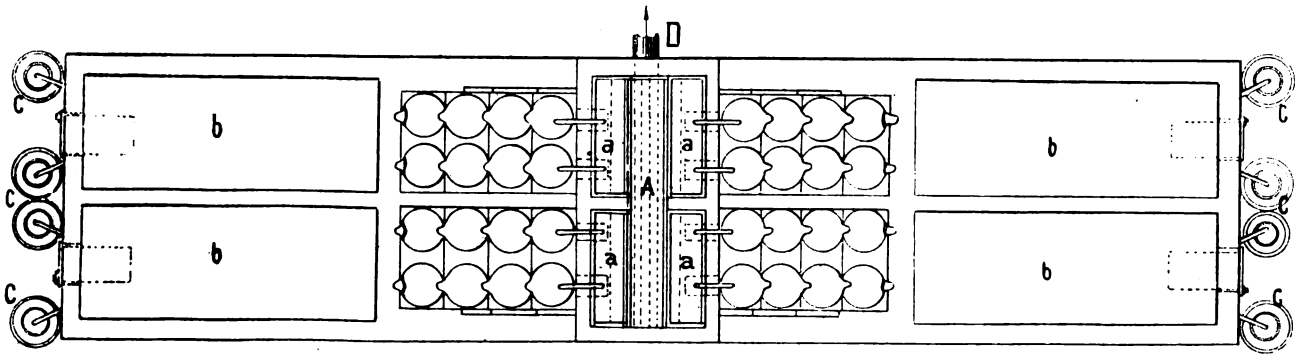
On peut doubler l'appareil, ou encore adosser quatre fours les uns aux autres ; l'effet obtenu dans ce dernier cas est celui que donnerait la condensation dans une cornue en platine du poids de 25 kilogr.

La fig. 3 indique la disposition du four quadruple.

On peut employer un foyer pour chaque four simple, ou simplement un foyer par groupe de deux fours.

Quelle que soit la disposition adoptée, l'acide à 53° B. est amené dans un grand réservoir central en plomb ; de là, il est réparti au moyen de clapets en caoutchouc durci, ou par tout autre moyen, dans quatre récipients correspondant à chacun des quatre fours. On l'écoule ensuite par siphons dans la série de capsules de première chauffe ; mais il faut avoir soin de régler chaque siphon séparément et selon l'allure du four qu'il est chargé d'alimenter.

Finalement, les liquides qui ont été concentrés à 66° B. sont recueillis dans un réfrigérant en plomb où on les laisse refroidir. Cette



Légende : A réservoir central d'acides ; — *a a a a*, distributeurs d'acides ; — *b b b b*, dalles de fermeture des chambres de concentration ; — *c, c*, réfrigérants ; D Echappement des gaz chauds des foyers.

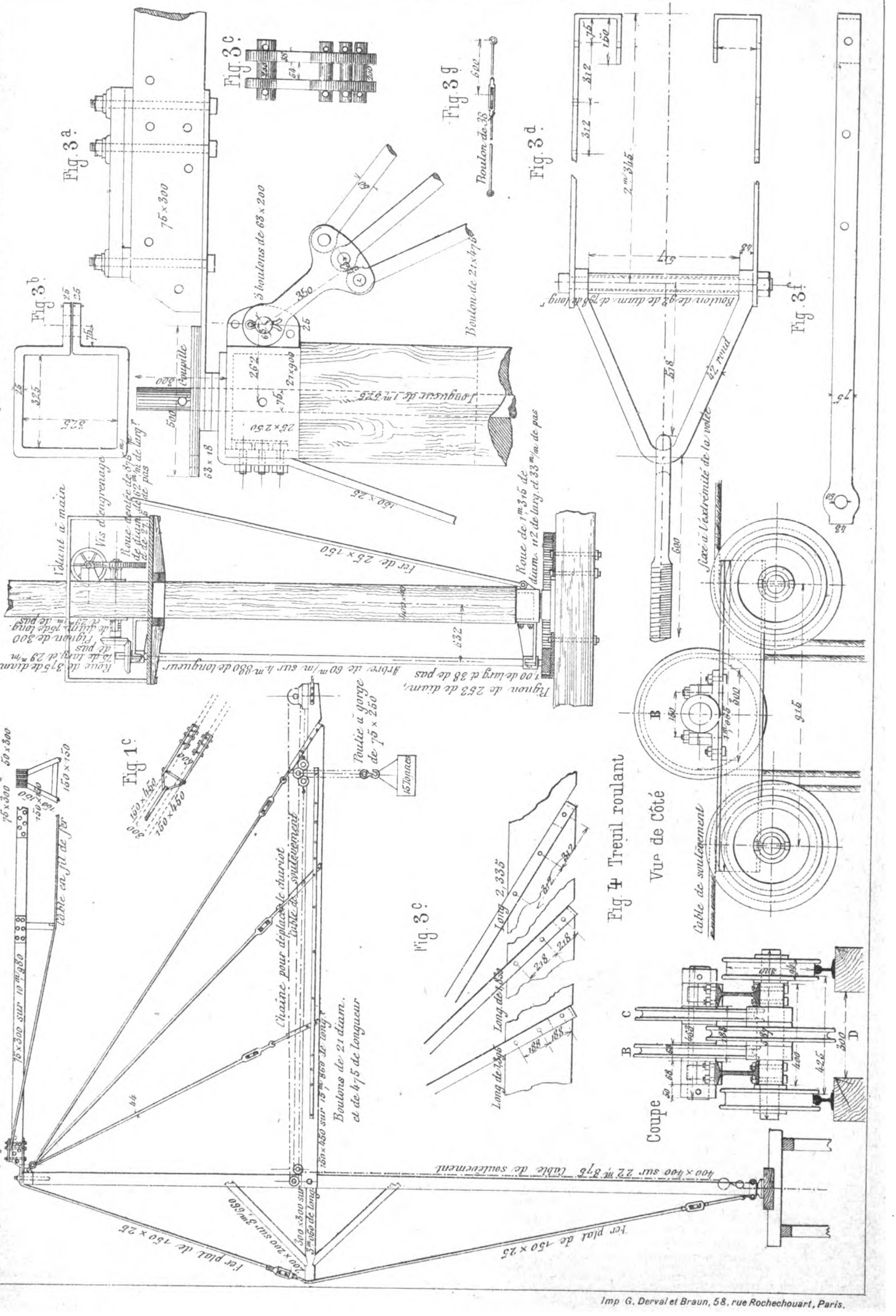
Fig. 3. — Appareil de condensation Négrier à quatre fours adossés.

Digitized by Google

CONSTRUCTION DE MAISONS A DENVER (COLORADO) (Etats-Unis)

Fig. 2. Détail de la Crapaudine du mât et son mécanisme de rotation.

Fig. 3. Détails du sommet du mât et des haubans.



Digitized by Google

opération ne présente aucune difficulté, car l'acide sulfurique à 66° B., à la température de 100° C., n'attaque presque plus le plomb.

Une seule cheminée correspond au four quadruple; elle évacue les gaz du foyer après que ceux-ci ont chauffé les cinq récipients de plomb dont nous avons parlé. Dans ces conditions, la chaleur est bien utilisée, et les pertes par la cheminée sont réduites à un minimum.

Une rupture, ou même une simple fêlure de capsule est signalée par l'apparition de vapeurs au-dessus de la grille à charbon, ou encore par un arrêt d'écoulement des acides dans le bac de réfrigération; pour y remédier, on arrête l'alimentation par les siphons, puis on soulève la dalle qui ferme la chambre de concentration et on remplace la capsule cassée. L'opération est des plus élémentaires, surtout si on la compare à celle que nécessite la réparation des cornues de platine, pour laquelle une simple soudure doit être faite à l'or pur et exige un arrêt complet de l'usine.

La casse d'ailleurs est peu fréquente et, quand les opérations sont bien conduites, elle est extrêmement rare. Toutefois, il est prudent d'arrêter la marche des fours tous les deux ou trois mois pour faire la vérification complète de leurs divers organes.

En résumé, le nouvel appareil de concentration de M. Ch. Négrier présente les avantages suivants :

1° Sa marche est continue;

2° Il peut donner, par simple réglage des siphons de débit, des acides concentrés à différents degrés, entre 53 et 66° B;

3° Ses frais d'entretien et de réparation sont très réduits;

4° Son installation est très simple et très économique, car elle correspond à une dépense totale d'environ 500 francs.

Actuellement, le four Négrier fonctionne dans les usines Malétre et de Saint-Gobain en France, chez M. Sclopis et à la dynamiterie da Villafranca-in-Lunigiana en Italie, aux usines belges de Droogenbosch et de Moustiers, et enfin aux dynamiteries Nobel, de Bilbao.

P.-F. CHALON,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

SCIENCES

SUR LA MÉCANIQUE DES PHÉNOMÈNES NATURELS
les lois physiques et les systèmes absolus d'unités.

(*Suite* [1].)

Etude des vibrations dans la lumière polarisée. La réflexion et la réfraction. Construction géométrique des vibrations incidente, réfléchie et réfractée. — *Définition de l'intensité lumineuse.* — Nous avons donné précédemment « un système d'équations physiques non absolues applicable aux phénomènes statiques, système qui convient aussi à la lumière, à la gravitation, etc., et en général à tous les phénomènes statiques qui ont lieu au sein d'un fluide quelconque dans lequel la vitesse de propagation des vibrations longitudinales est a ».

Ce système s'écrit :

$$\text{Quantité d'électricité } Q = m.$$

$$\text{Intensité } I = \frac{am}{l} \text{ ou } \frac{m}{t}.$$

$$\text{Force électro-motrice } E = \frac{am}{t} \text{ ou } \frac{a^2 m}{l}.$$

$$\text{Résistance } R = \frac{l}{t} \text{ ou } a^2 \frac{t}{l}.$$

$$\text{Energie } W = \frac{a^2 m^2}{l}.$$

Nous allons l'appliquer à la lumière.

Dans ce qui va suivre, nous remplacerons, pour ne pas changer nos notations générales, m par ε, cette dernière correspondant à l'amplitude d'une vibration, et l par h.

L'énergie vibratoire et l'intensité. — Envisagons une vibration pendulaire contenue dans des ondes planes en régime permanent, lesquelles restent perpendiculaires au déplacement.

Si l'élément renfermé entre deux plans d'onde situés à la distance dx subit par exemple une condensation γ, cette condensation résultera d'une variation de vitesse vibratoire da^2.

L'énergie localisée dans l'élément par suite de cette condensation est, en appelant a la vitesse de lumière, $a^2\gamma$. Effectivement, lorsqu'un volume V d'éther dont la densité est D, le coefficient d'élasticité Q, le potentiel d'élasticité $\frac{VQ}{VD} = a^2$ change de volume, la variation de ce potentiel interne $a'^2 - a^2$ qui en résulte est :

$$a^2\left(\frac{V'}{V} - 1\right) = a'^2\left(1 - \frac{V}{V'}\right),$$

Comme on le voit facilement, en tenant compte des relations, $a'^2D' = a^2D = Q$ et $VD = V'D'$.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 4, p. 62 ; n° 5, p. 74 ; n° 6, p. 90, n° 7, p. 105, n° 26, p. 428.

$\frac{V'}{V} - 1$ n'est autre que la condensation γ, et l'énergie localisée est, en conséquence, $a^2\gamma$, ainsi que nous l'avons dit.

Si α est la vitesse du mouvement vibratoire, nous aurons :

$$\frac{d}{dt}a^2\gamma = -\frac{d}{dt}\alpha^2.$$

Il en résulte que l'énergie cinétique (1) et l'énergie potentielle sont complémentaires, et que l'une ou l'autre peut servir indifféremment à la mesure de l'énergie vibratoire.

Toute l'énergie de la vibration est évidemment fournie pendant un quart de période, pendant $\frac{T}{4}$. Pour l'obtenir, il suffit d'ajouter les forces vives de toutes les tranches élémentaires renfermées dans une colonne de longueur h prise dans le sens de la propagation, et égale au quart $\frac{\lambda}{4}$ de la longueur d'onde.

L'énergie moyenne est avec $\alpha = \alpha_0 \sin 2\pi \frac{t}{T}$ $\sum \frac{\alpha^2 dx}{h} = \int_0^{\frac{T}{4}} \frac{\alpha^2 dt}{\frac{T}{4}}$

$= \frac{\alpha_0^2}{2}$, comme on le voit de suite en remarquant que :

$$\sin 2\pi \frac{t}{T} = \frac{1 - \cos 4\pi \frac{t}{T}}{2}.$$

L'énergie vibratoire s'obtiendra en multipliant cette énergie moyenne par la masse totale ShD, et deviendra en conséquence $\frac{\alpha_0^2}{2}$ ShD.

On peut l'exprimer cinétiquement.

Posant $\gamma = \frac{du}{dx}$ suivant les notations habituelles de l'élasticité, nous aurons :

$$\sum \frac{a^2 \gamma dx}{h} = \sum \frac{a^2 du}{h}.$$

Et si nous appelons ε la somme Σdu des déplacements du, la condensation totale de la colonne sera ε, l'énergie localisée moyenne $\frac{a^2\varepsilon}{h}$, et l'énergie totale ShD $\frac{a^2\varepsilon}{h}$.

L'énergie totale vibratoire peut donc être représentée par l'une ou l'autre des deux expressions suivantes :

$$\frac{\alpha_0^2}{2} \text{SD} \quad , \quad \frac{a^2\varepsilon}{h} \text{SD}.$$

Et, puisque h est le quart de la longueur d'onde, la première redonne la forme que Fresnel adopta, *à priori*, pour l'énergie lumineuse, qu'il fit proportionnelle à α_0^2, à la surface S, à la longueur d'onde, à la densité D.

Ces deux expressions cinétique et potentielle peuvent s'écrire également :

$$\frac{\alpha_0^2}{2} Sa \frac{T}{4} D \quad , \quad QS\varepsilon,$$

puisque $a\frac{T}{4} = h$ et $\frac{Q}{D} = a^2$.

ε est le raccourcissement ou l'allongement total de la colonne h parcourue pendant le temps $\frac{T}{4}$ avec la vitesse a.

Et si nous posons $\frac{\alpha_0^2}{2a} = I$, nous obtiendrons pour l'énergie les deux formes :

$$\text{Energie } W = QS\varepsilon = QSI\frac{T}{4}.$$

Or QS est la force de cohésion interne.

Le travail apparaît donc sous une forme frappante.

Il est le produit de la force de cohésion interne QS *par l'allongement ou le raccourcissement total* ε.

L'intensité, car c'est ainsi que nous appellerons désormais la quantité I, *que nous allons étudier en lumière, est le raccourcissement ou l'allongement moyen pendant l'unité de temps :*

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{T}{4}},$$

ainsi qu'il résulte des deux équations qui précèdent. Enfin, si l'on égale les deux expressions cinétique et potentielle de l'énergie totale qui traduisent l'une et l'autre l'énergie vibratoire, on obtient :

$$\frac{\alpha_0^2}{2a} = I = \frac{a\varepsilon}{h}.$$

L'intensité I a donc bien la forme assignée par le système que nous rappelons au début de cet article, à l'intensité électrique.

Nous établirons plus loin que cette forme convient également à l'intensité lumineuse, ε étant la quantité de lumière, correspondant à la quantité d'électricité et en général à la masse m.

Nous arriverons plus tard pour la gravitation à des résultats identiques.

(1) L'expression « cinétique » vient de l'adjectif grec κινητικός (mouvant, qui se meut). On l'emploie, dans le langage mécanique, quand on veut différencier l'énergie « potentielle » ou énergie *disponible*, mais non encore effective, de l'énergie *effective*, c'est-à-dire de celle qui se traduit par un mouvement effectif. (N. D. L. R.)

Digitized by Google

Étudions maintenant la réflexion et la réfraction de la lumière, et donnons en passant une construction géométrique des vibrations qui répond au cas absolument général de la lumière polarisée dans un azimut quelconque.

On savait déjà, comme l'a démontré M. Cornu, que les vibrations incidente, réfléchie et réfractée, sont respectivement contenues dans trois plans qui se coupent suivant une même droite.

Voici à cet égard l'exposé donné par M. Jamin dans son cours de physique à l'Ecole Polytechnique (fig. 1).

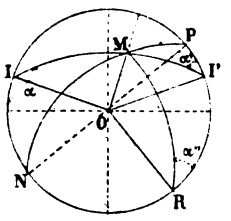


FIG. 1.

Soient OI, OI' et OR les rayons incident, réfléchi et réfracté; décrivons une sphère du point O comme centre. Menons suivant IO le plan IOM qui contient les vibrations incidentes, et un autre plan NMP normal au rayon réfracté OR. M. Cornu a démontré que OMI' et OMR contiennent les vibrations des rayons réfléchi et réfracté.

Soient α, α' α'' les angles que les trois plans OMI, OMI', OMR font avec le plan d'incidence; on a :

$$\text{tang MOP} = \text{tang } \alpha \text{ Sin IOP} = \text{tang } \alpha' \text{ Sin I'OP} - \text{tang } \alpha'' \text{ Sin ROP.}$$

On a, d'autre part :

$$\text{ROP} = 90^\circ;\ \text{IOP} = 360 - \text{IOR} - \text{ROP} = 90 + i - r;$$

$$\text{I'OP} = 90 - \text{ROI'} = i + r - 90$$

et en remplaçant, on trouve :

$$\text{tang MOP} = \text{tang } \alpha \cos (i - r) = \text{tang } \alpha' \cos (i + r) = \text{tg } \alpha''$$

ou :

$$\text{tang } \alpha'' = \text{tang } \alpha \cos (i - r),$$

$$\text{tang } \alpha' = \text{tang } \alpha \frac{\cos (i - r)}{\cos (i + r)}.$$

Donc α, α', α'' sont complémentaires des angles que font avec le plan d'incidence les plans de polarisation des trois rayons; par conséquent, les trois plans IOM, I'OM, ROM, sont les plans qui contiennent les vibrations; ils se coupent suivant la même droite OM.

Rappel de la théorie de Fresnel. — Pour comprendre cette démonstration, il faut évidemment avoir lu l'exposé de la théorie de Fresnel, aussi ne la donnons-nous que pour montrer comment notre construction complète le théorème de M. Cornu.

Il était effectivement on ne peut plus intéressant de placer les vibrations dans ces trois plans, et de déterminer leurs grandeurs relatives. C'est ce que nous allons faire.

Nous rappellerons au préalable, et brièvement, la théorie de Fresnel. L'équation des forces vives est avec $a^2 D = a'^2 D' = Q$.

Q étant constant d'un milieu à l'autre, et observant que les sections sont proportionnelles à cos i et cos r :

$$\alpha^2 - \alpha'^2 \frac{\cos i \sin i}{\sin^2 i} = \alpha''^2 \frac{\cos r \sin r}{\sin^2 r},$$

ou, enfin :

$$\alpha^2 - \alpha'^2 = \alpha''^2 \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} = \alpha''^2 \frac{M'}{M},$$

M' et M étant les masses d'éther correspondantes aux sections transversales des rayons.

Les équations qui permettent de déterminer α' et α'' quand α est donné sont les équations dites « de continuité » qui sont pour la polarisation dans le plan du tableau ou d'incidence (les vibrations sont perpendiculaires à ce plan, polarisées dans ce plan).

$$\alpha + \alpha' = \alpha''$$

et pour la polarisation dans un plan perpendiculaire au plan du tableau et contenant la ligne de propagation du rayon lumineux :

$$(\alpha + \alpha') \cos i = \alpha'' \cos r.$$

Ceci posé, donnons notre construction établie tout d'abord sur la figure dans le cas où $\frac{\sin i}{\sin r} > 1$.

Construction géométrique des vibrations incidente réfléchie et réfractée, dans le cas général de la lumière polarisée dans un azimut quelconque (fig. 2). — Donnons tout d'abord la légende (1) :

OI rayon incident; OI' rayon réfléchi; OR rayon réfracté.

$$\text{OS} = \text{OS}_1 \frac{\text{OS}_1}{\text{ON}} = \frac{a}{a_1} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

OT perpendiculaire à OR
S_1T_1 perpendiculaire à OS_1
ST perpendiculaire à OS
FN perpendiculaire à OR

(1) Cette construction a déjà paru dans le fascicule du 15 septembre 1889 des *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève.*

MT, M_1T_1, VF, perpendiculaire au plan d'incidence ou du tableau.
MS — Vibration incidente, tangente à la sphère OSS_1. Le plan MST est tangent à cette sphère.
M_1S_1 — Vibration réfléchie, tangente à la sphère OSS_1. Le plan M_1S_1F est tangent à cette sphère.
NN' = M'M — Vibration réfractée, tangente à la sphère ON. Le plan NN'F est tangent à cette sphère.

Arrivons maintenant à l'exposé :

Soient OI, OI', OR, les rayons incident, réfléchi et réfracté, KK'' la trace du plan de séparation des deux milieux sur le plan d'incidence.

Nous menons OT perpendiculaire à OR dans le plan d'incidence, ST perpendiculaire à OI également dans ce plan, et par leur point de rencontre T, TM, perpendiculaire au plan d'incidence.

Si la droite SM, qui est également perpendiculaire à OI, représente la vibration incidente, l'angle α = MST sera la complémentaire de

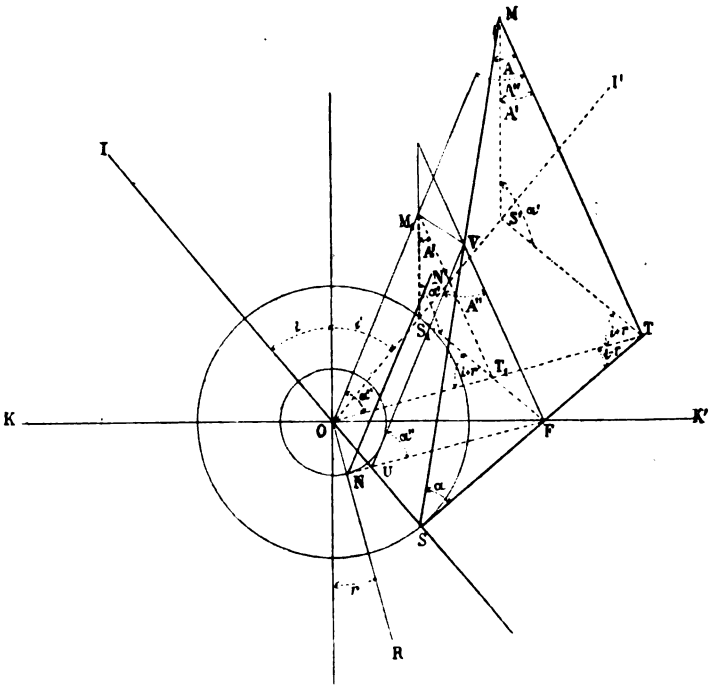


FIG. 2.

A = SMT, et ce dernier sera l'angle du plan de polarisation des vibrations incidentes avec le plan d'incidence ou plan du tableau, puisque les vibrations sont perpendiculaires au plan de polarisation.

Par T, nous menons TS', perpendiculaire à OI', l'angle α' = MS'T est complémentaire de S'MT = A', les deux droites S'T, S'M, sont perpendiculaires à OI'. Enfin, OM et OT sont perpendiculaires à OR, et l'angle α = MOT est complémentaire de A'' = OMT.

Par le point O, nous menons OS_1 = OS, l'une OS_1 étant sur le rayon réfléchi, l'autre OS sur le prolongement du rayon incident, puis, S_1M_1 parallèle à S'M dans le plan OMS'.

Nous allons démontrer que SM, S_1M_1, M_1M représentent, les deux premières en grandeur et position, la troisième en grandeur et direction, les vibrations incidente, réfléchie et réfractée.

Pour trouver la vibration réfractée, on remarquera que S_1F perpendiculaire à OS_1 rencontre KK' en F au même point que SF perpendiculaire à OS. Si par ce point F on mène FN perpendiculaire à OR, et que par N on mène NN' égale et parallèle à M_1M, NN' sera la vibration réfractée.

On a :

$$\frac{\text{ON}}{\text{OS}_1} = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{\text{ON}}{\text{OS}}$$

La vibration réfractée circule avec la vitesse a' et les deux autres avec la vitesse a, telles que :

$$\frac{a}{a'} = \frac{\sin i}{\sin r}$$ a et a' vitesses de la lumière.

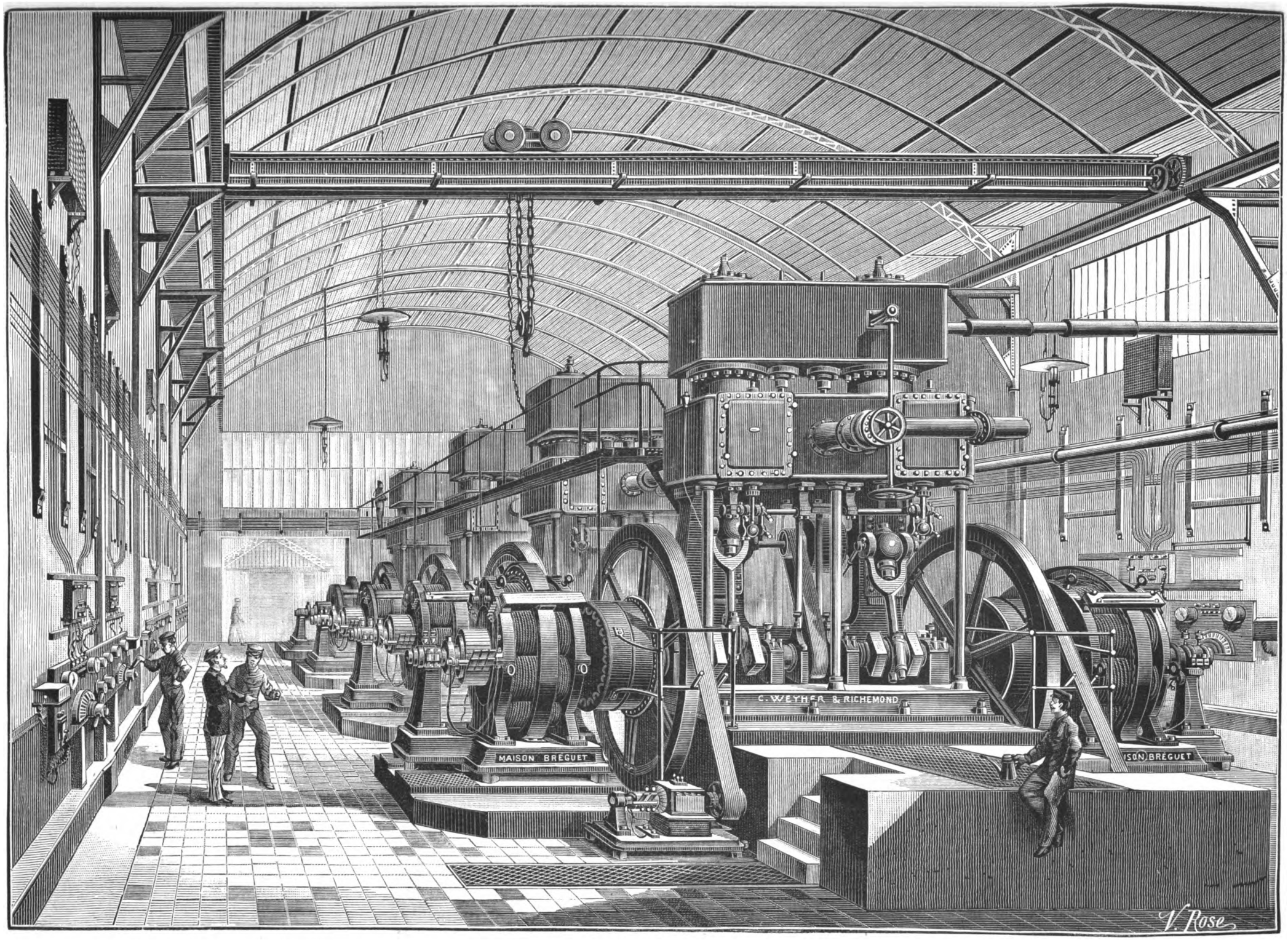
Avant d'entrer dans la démonstration de ces faits, nous allons en donner les conséquences.

Première proposition. — On voit tout d'abord que les vibrations incidente MS, réfléchie M_1S_1, réfractée NN', sont contenues dans trois plans, menées par les rayons OI, OI', OR', et qui se coupent suivant une même droite OM perpendiculaire à OR, comme l'a déjà démontré M. Cornu.

Seconde proposition. — Les trois plans MST, M_1S_1F, NN'F, respectivement perpendiculaires aux rayons incident, réfléchi et réfracté, contiennent également les vibrations, ils rencontrent les trois plans de M. Cornu, suivant ces vibrations mêmes, et se coupent suivant une même droite VF qui est perpendiculaire au plan d'incidence et contenue dans le plan KK' de séparation des deux milieux.

Troisième proposition. — Les vibrations incidente réfléchie et réfractée sont tangentes, les deux premières à une sphère décrite de O

Digitized by Google



Vue générale de la Station Centrale d'Électricité du boulevard Richard-Lenoir, à Paris.

COMPAGNIE PARISIENNE DE L'AIR COMPRIMÉ

PARIS. — IMP. CHAIX, 20, RUE BERGÈRE. — 25662-11-94.

Digitized by Google

Digitized by Google

comme centre, avec $O_1S = OS$ comme rayon, la troisième à une sphère décrite de O comme centre avec ON comme rayon

$$\left(\frac{OS_1}{ON} = \frac{\sin i}{\sin r}\right)$$

Les rayons de ces sphères sont dans le rapport des vitesses de la lumière dans chacun des milieux.

Les plans MST, M_1S_1F qui contiennent les vibrations incidente et réfléchie sont tangents à la première sphère.

Le plan NN'F qui contient la vibration réfractée est tangent à la sphère ON.

Ces constructions figurent très nettement le phénomène et conduisent immédiatement à toutes les formules connues, ainsi qu'on va le voir.

CLAVENAD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur des travaux de la Ville de Lyon.

(A suivre.)

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

RÉVISION DU TARIF DES DOUANES (1)

Les graines oléagineuses. — Dans la séance du 18 juin dernier, la Chambre des députés, sur la demande du Gouvernement et contrairement à l'avis de la Commission des douanes, a voté un droit de 3 francs (tarif minimum) et de 4 francs (tarif maximum) sur les graines oléagineuses étrangères similaires à celles cultivées en France (œillette, colza et navette) à l'exception de celles de lin, puis elle a voté l'exemption de tout droit sur les autres graines oléagineuses étrangères (arachide, ravison, coton, sésame, moutarde, caprah, palmiste et autres (2).

Dans une lettre adressée à MM. les sénateurs, M. Jacquemart, membre de la Société nationale d'agriculture, proteste contre la situation que ces votes créent à l'agriculture, car le second annihile le premier, et, contrairement à ses intentions, la Chambre n'a finalement accordé aucune protection aux graines oléagineuses indigènes.

En effet, dans bien des cas, les huiles se substituent les unes aux autres: ainsi, dans les mercuriales imprimées et publiées à Marseille, on trouve, sous la même rubrique « d'huiles lampantes », les huiles de sésame, d'arachide, de colza, c'est-à-dire des graines indemnes de sésame et d'arachides produisant des huiles destinées aux mêmes usages que celle de colza. Puis sous la rubrique « d'huiles de consommation » on trouve les huiles de sésame, d'arachide, de coton et d'olive. Toutes ces huiles, convenablement préparées, peuvent se substituer aux huiles d'olive et surtout être mélangées avec les dernières sur une grande échelle.

La substitution possible des huiles les unes aux autres étant établie, qu'adviendrait-il sous le nouveau régime douanier, s'il était voté par le Sénat, se demande M. Jacquemart?

« Nous rencontrerions, dit-il, sur notre marché, à côté de nos graines de colza, d'œillette, etc., les graines similaires d'arachide et de sésame, entrées librement en France, comme par le passé, et se vendant au même prix que par le passé. Si donc nous avions pu croire un instant que nous bénéficierions du droit voté, notre illusion ne serait pas de longue durée, car l'acheteur, allant de préférence au meilleur marché, nous serions contraints, pour vendre nos graines, de les offrir au même prix que les étrangères, c'est-à-dire au même prix que par le passé.

» A quoi servira, dans ces conditions, le droit de 3 francs sur les graines oléagineuses? Absolument à rien. »

Ce qui est vrai pour les graines oléagineuses s'applique également aux huiles, mais à un degré moindre, car les huiles indigènes, protégées par un droit minimum de 12 francs, devraient sacrifier la moitié du droit pour rivaliser avec les huiles concurrentes d'arachide, de sésame, de coton frappées seulement de 6 francs.

Dans leur ferme volonté de venir en aide à l'agriculture, le Ministre et la Chambre ont commis une erreur.

« C'est au Sénat, ajoute M. Jacquemart, qu'il appartient de la rectifier en réalisant plus heureusement leur désir. En effet, pour que la loi fût efficace et utile à l'agriculture, il faudrait que les graines oléagineuses et les huiles destinées ou pouvant être destinées aux mêmes usages soient frappées d'un même droit de 3 francs pour les graines et d'un même droit proportionnel pour les huiles correspondantes, soit, dans ce cas, de 12 francs, comme les huiles indigènes. »

Les graines désignées plus haut ont, en général, des valeurs commerciales si peu différentes que le même droit de douane pourrait leur être appliqué sans le moindre inconvénient.

On devrait procéder de même pour les huiles.

Quant aux réclamations des ports, elles ne sont point fondées, car leur commerce ne sera pas amoindri : l'exportation des graines (21 000 tonnes) et l'exportation des huiles (76 000 tonnes) ne seraient en rien entravées grâce aux facilités que donnent les entrepôts et les admissions temporaires.

La production de la grande industrie de la savonnerie (300 000 tonnes) ne diminuerait pas. Le prix du savon augmenterait sans doute, par suite du droit sur les oléagineuses, il augmenterait de 3 à 4 francs par 100 kilogr. (de 5 % environ) soit de 3 à 4 centimes par kilogr. Or, la consommation étant environ de 7kg 5 par tête et par an, le droit sur les oléagineuses imposerait un surcroît de dépense insignifiant de 22 à 30 centimes par tête et par an.

La consommation ne diminuerait donc pas, on devrait plutôt dire qu'elle augmenterait avec l'aisance générale, résultant du nouveau système économique.

Quant à l'exportation du savon, elle est sans importance ; elle ne dépasse pas 10 000 tonnes, déduction faite de ce qui est dirigé sur l'Algérie. Elle est le trentième de la production totale.

En admettant que cette exportation diminuât, plus ou moins, pour une si faible augmentation de prix, ce résultat serait regrettable sans doute, mais de peu de conséquence et largement compensé par le rétablissement de la culture des oléagineuses sur plus de 250 000 hectares.

« On nous oppose enfin, chose assez singulière, ajoute M. Jacquemart, les intérêts de l'agriculture.

» Par suite du droit de douane, la valeur du tourteau augmenterait au détriment du cultivateur méridional; mais le tourteau n'augmentera que d'une fraction du droit de douane, déterminée par la valeur relative des deux éléments huile et tourteaux extraits de la graine oléagineuse. Dans l'espèce, cette augmentation par 100 kilogr. ne sera que de $^1/_5$ du droit, c'est-à-dire au plus de 1 franc par 100 kilogr., c'est-à-dire 8 % du prix à Marseille. Mais le Nord, depuis les traités de commerce qui ont détruit la culture des oléagineuses, obligé, puisqu'il ne les trouve plus dans son pays, de faire venir des tourteaux de Marseille avec un fret de 3 fr. 75 par 100 kilogr., le Nord verra sous le nouveau régime cette surcharge diminuer de plus de 2 francs. Il y aura donc, à ce point de vue spécial, un avantage pour l'agriculture en général, et, en outre, l'immense avantage de pouvoir développer à nouveau la culture des oléagineuses.

» En résumé, dit en terminant M. Jacquemart, les réclamations des ports nous paraissent léonines et leurs craintes chimériques.

» Nous demandons à nouveau : que les graines oléagineuses, quelle que soit leur origine, destinées ou pouvant être destinées aux mêmes usages que les graines françaises, soient frappées d'un même droit de 3 francs accepté par le Ministre et par la Chambre sur les variétés cultivées en France;

» Que les huiles diverses, quelle que soit leur origine destinées ou pouvant être destinées aux mêmes usages que les huiles françaises, soient toutes frappées du même droit de 12 francs voté par la Chambre sur les huiles françaises;

» Que les huiles minérales soient frappées de droits tels qu'elles ne puissent tuer commercialement les huiles végétales. »

Contrairement à l'avis de la Chambre, la Commission sénatoriale des douanes a décidé de frapper les graines étrangères de droits modérés. Sur ce point, la discussion ne manquera pas d'intérêt, car, d'après nos derniers renseignements, les Ministres du Commerce et de l'Agriculture combattront ces taxes et se prononceront énergiquement en faveur de l'exemption.

Émile BERT,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École Commerciale de Paris.

(A suivre.)

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 1, p. 13; n° 3, p. 47; n° 4, p. 65; n° 5, p. 77; n° 6, p. 93; n° 7, p. 112; n° 8, p. 129; n° 10, p. 159; n° 11, p. 178; n° 13, p. 213; n° 14, p. 228; n° 15, p. 242; n° 16, p. 263; n° 19, p. 312; n° 21, p. 340; n° 23, p. 378.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 11, p. 180.

CHEMINS DE FER

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE CHEMIN DE FER

L'opinion publique s'est gravement émue depuis quelques semaines du très grand nombre d'accidents de chemin de fer qui lui étaient signalés par la presse, et l'on s'est plu à accuser les Compagnies de ne pas observer les règlements relatifs à la sécurité des voyageurs, et de surmener leur personnel. On a fait aussi la remarque que la recrudescence d'accidents s'étant produite immédiatement après la tentative de grève, dont nous avons été menacés cet été, la plus grande partie des accidents pourrait bien être imputable à la négligence et à la démoralisation des agents.

Le rapport de M. Maruéjouls, fait au nom de la commission du travail à la Chambre des Députés, montre qu'une enquête sérieuse sur ce sujet a été faite, et indique quelques mesures à prendre par l'administration dans le but de reduire le nombre des accidents à l'avenir. Avant d'analyser ce rapport, qui est intimement lié à l'examen des questions relatives aux conditions du travail dans les chemins de fer, et d'apprécier les arguments quelque peu contradictoires fournis d'une part par les Compagnies, d'autre part par les syndicats des employés, nous croyons devoir présenter à nos lecteurs une statistique, que nous avons faite le plus complète qu'il nous a été possible de le faire, des accidents de chemin de fer signalés tant par l'administration des Travaux publics, que par les journaux.

Hâtons-nous de le dire, nous n'avons, comme statisticien, aucune compétence pour apprécier les causes premières, et les responsabilités si difficiles, même pour les Compagnies intéressées, à dégager; mais nous espérons que de la mise en œuvre des matériaux statistiques il ressortira un enseignement utile au point de vue pratique. En tout état de cause, l'intérêt de l'actualité nous a poussé à faire cette étude, sous les différents points de vue que l'on peut envisager; les conclusions que nous formulons en terminant reposent au moins sur l'examen méthodique de chiffres certains.

Les sources où nous avons puisé les différents renseignements qui nous ont permis de dresser la statistique qui va suivre, sont la liste

Digitized by Google

des accidents publiés par les journaux quotidiens, et le relevé officiel fourni par les différentes Compagnies au Ministère des Travaux publics, et inséré comme annexe, au rapport de M. Maruéjouls.

Il nous a été possible, à l'aide de ces documents, se contrôlant les uns les autres, de dresser une fiche par accident, ce qui a permis les classements multiples auquels nous nous sommes livrés.

La période sur laquelle nos observations se sont portées s'étend du 1er juillet au 25 octobre de cette année, c'est-à-dire qu'elle comprend plus de quatre mois. Nous n'avons pas cru devoir faire remonter plus haut nos recherches, étant donné l'incertitude des documents, la presse n'ayant que peu appliqué son attention aux accidents jusqu'au mois de juillet dernier. C'est d'ailleurs l'accident de Saint-Mandé qui a donné l'éveil au public, et depuis lors, il n'a plus été question dans les journaux que d'accidents de chemin de fer, quelque petits qu'ils fussent. Aussi n'y a-t-il rien d'étonnant à ce que l'on ait signalé avec émotion cette foule d'accidents, au grand déplaisir des Compagnies.

Il n'en est pas moins vrai que la fréquence de ces accidents a été réelle et qu'une série de sinistres a dû être enregistrée, bien qu'avant elle eût peut-être passé inaperçue. On verra du reste plus loin que s'il y a eu quelques catastrophes retentissantes, comme celles de Saint-Mandé ou de Moirans, la plus grande partie des accidents ont été sans gravité, et n'ont occasionné que des dégâts matériels.

Nous allons tout d'abord examiner combien d'accidents se sont produits dans chaque Compagnie, et combien ils ont fait de victimes ; nous classerons ensuite les accidents d'après leur nature, d'après la date, et les jours de la semaine auxquels ils se sont produits, d'après leur répartition par cause et par nature, dans chaque Compagnie, et d'après l'endroit et le département où ils ont eu lieu. Ces diverses constatations, si spéculatives qu'elles soient, nous aideront peut-être à formuler des conclusions utiles.

I. Nombre d'accidents par Compagnie, pendant la période juillet-octobre 1891. — Le nombre total des accidents de toute nature relevé par les Compagnies ou par les journaux a été de 184, se répartissant de la manière suivante suivant les Compagnies (nous ne possédons pas de renseignements sur les accidents qui ont pu se produire sur les petites lignes) :

Compagnies.	Ayant fait des victimes.	Ayant fait des avaries matérielles.	Totaux.
Nord	12	23	35
Est	5	7	12
Ouest (1)	7	14	21
Orléans	6	20	27
Paris-Lyon-Méditerranée	11	41	52
Midi	6	9	15
Etat	1	22	23
TOTAL	48	136	184

Ainsi, il y a eu 184 accidents, dont 48 ont causé des victimes et 136 ont amené des dégâts matériels. Il y a eu des victimes dans 26 cas sur 100, soit un peu plus de 1 cas sur 4. La Compagnie qui a été le plus éprouvée est sans contredit celle de Paris-Lyon-Méditerranée : 52 accidents, dont 11, soit 21 %, ont causé des victimes. Puis viennent la Compagnie du Nord avec 35 accidents dont 12, soit 1 sur 3, ont fait des victimes; celle d'Orléans, avec 26 accidents dont 6 (23 %), ont blessé ou tué des agents ou des voyageurs. Les réseaux de l'Etat, avec 23 accidents dont 1 seul a fait des victimes, de l'Ouest, avec 21 accidents et de l'Est, avec 12 accidents seulement, paraissent, au premier abord, avoir été mieux traités.

Mais, pour donner à ces chiffres leur véritable signification, il convient de les comparer à l'importance même des Compagnies, c'est-à-dire d'une part, à la longueur du réseau exploité, et d'autre part, au nombre de voyageurs transportés. L'ordre des Compagnies change dès lors du tout au tout.

Voici un tableau qui compare le nombre d'accidents à la longueur exploitée :

Compagnies.	Longueur exploitée.	Nombre d'accidents.		Nombre d'accidents par 1,000 kilom.
Nord	3.300 kilom.	35		11
Est	4.200	12		3
Ouest (et Ceinture)	4.800	21		4
Orléans	6.000	26		4
Paris-Lyon-Méditerranée	8.100	52		5
Midi	3.000	15		5
Etat	2.500	23		9
TOTAL	31.900	184	moyenne	6

D'une manière générale, il y a eu 6 accidents pour 1 000 kilomètres; telle est la moyenne de toutes les Compagnies, pour une longueur de 32 000 kilomètres. C'est dans le réseau du Nord, qui a le trafic le plus intense, pour une longueur relativement restreinte, qu'il y a eu le plus d'accidents, 11 pour 1 000 kilomètres; puis vient le réseau de l'Etat, 9 accidents pour 1 000 kilomètres; puis les chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée et du Midi, respectivement 6 et 5 accidents pour la même longueur exploitée. Enfin les chemins de fer d'Orléans, de l'Ouest et de l'Est n'en ont compté que 3 ou 4 pour la même longueur.

II. Nombre de victimes. — Mais si nous considérons le nombre des victimes, et si nous le comparons au nombre de voyageurs transportés, nous constaterons des différences plus sensibles encore, comme on va le voir par le tableau ci-dessous (nous avons cru devoir prendre, faute de documents officiels, pour le nombre de voyageurs ayant circulé du 1er juillet au 25 octobre, un chiffre hypothétique égal au tiers des voyageurs transportés dans l'année) :

	Nombre approximatif des voyageurs transportés pendant la période du 1er juillet-25 octobre	NOMBRE DE VICTIMES — BLESSÉS — Chiffres absolus	Proportion par 1 million	TUÉS — Chiffres absolus	Proportion par 1 million	TOTAL DES VICTIMES — Chiffres absolus	Proportion par 1 million
Nord	10.000.000	82	8,2	4	0,4	86	8,6
Est	12.000.000	230	19,2	49	4,1	279	23,30
Ouest (y compris la Ceinture)	25.000.000	24	0,96	1	0,04	25	1,00
Orléans	8.800.000	16	2,00	3	0,37	19	2,37
Paris-Lyon-Méditerranée	13.000.000	58	4,45	6	0,46	64	4,91
Midi	4.000.000	45	11,25	1	0,25	46	11,50
Etat	3.000.000	1	0,33	»	0,00	1	0,33
Total des grandes Compagnies	75.000.000	456	»	64	»	520	»
Moyenne pour 1 million de voyageurs		»	6,10	»	0,85	»	6,95

Notre statistique a relevé 456 victimes blessées et 64 tuées, soit ensemble 520; tel a été le bilan des accidents ayant causé des victimes. Ces chiffres, — de beaucoup les plus chargés qu'on a pu relever depuis quelques années, comme nous le verrons à la fin de cette étude, — bien que ne s'appliquant qu'à quatre mois seulement de l'année, montrent bien que ce ne sont pas toujours les compagnies ayant le plus enregistré d'accidents, qui ont eu à déplorer le plus de victimes.

C'est ainsi que le réseau de l'Etat, qui n'a pas compté moins de 23 accidents, en quatre mois, soit 9 par 1 000 kilomètres, n'a eu qu'un seul blessé et aucun tué, tandis que la Compagnie de l'Est, qui n'a eu que 12 accidents, soit 3 par 1 000 kilomètres, trois fois moins que le réseau de l'Etat, a fait 279 victimes dont 230 blessés et 49 tués.

Sur un million de voyageurs transportés pendant la période juillet-octobre, la Compagnie de l'Est a eu 19 blessés et 4 tués.

Celle du Nord, qui vient immédiatement après pour le nombre des victimes, a compté 8 blessés et 0,4 tués, sur le même nombre de voyageurs. Les chiffres, absolus et proportionnels, sont beaucoup plus faibles pour les autres compagnies:

Paris-Lyon-Méditerranée	4.45	blessés,	0.46	tués.
Midi	11.25	—	0,25	—
Ouest	0.96	—	0,04	—
Orléans	2.00	—	0,37	—
Etat	0.33	—	0,00	—

Les différences sont très grandes de compagnie à compagnie comme on le voit, et les moyennes que nous avons calculées n'ont pu qu'être fortement influencées par des cas isolés, mais exceptionnels, comme, par exemple, la catastrophe de Saint-Mandé sur le réseau de l'Est.

Tous accidents réunis, nous avons calculé qu'il y a eu 6,10 blessés, et 0,85 tués, soit tout près de 7 victimes sur un million de voyageurs transportés.

Il aurait été intéressant de dégager le nombre total des agents frappés dans l'accomplissement de leur travail, et de le rapprocher du nombre des agents qui circulent pour le service des trains, ou qui sont occupés sur la voie; on sait que le *risque proportionnel* est en effet très élevé pour les agents de la traction et de l'exploitation. Mais les documents que nous avons en notre possession ne nous ont pas permis de faire toujours la distinction des victimes en *agents* et en *voyageurs*. Force nous a donc été de faire dans la décomposition du chiffre des victimes trois catégories : victimes non spécifiées, agents, voyageurs.

Cela étant fait, voici comment se décompose le chiffre des victimes par Compagnie, et suivant la qualité d'agent ou de voyageur.

Nombre de victimes par Compagnie.

Compagnies	Nombre de blessés — Qualité inconnue	Agents	Voyageurs	Totaux	Nombre de tués — Qualité inconnue	Agents	Voyageurs	Totaux	Totaux — Qualité inconnue	Agents	Voyageurs	Totaux
Nord	15	9	58	82	1	»	3	4	16	9	61	86
Est	»	4	226	230	»	»	49	49	»	4	275	279
Ouest	8	4	12	24	1	»	»	1	9	4	12	25
Orléans	1	3	12	16	2	1	»	3	3	4	12	19
Paris-Lyon-Méditerranée	40	6	12 (2)	58	6	»	»	6	46	6	12	64
Midi	12	»	33 (3)	45	1	»	»	1	13	»	33	46
Etat	»	1	»	1	»	»	»	»	»	1	»	1
Totaux	76	27	353	456	11	1	52	64	87	28	405	520

(1) Y compris les lignes de Petite et de Grande-Ceinture. — (2) Y compris 1 agent des postes. — (3) Y comprise 5 agents des postes.

Digitized by Google

Nous avons compris les agents des postes qui ont été victimes d'accidents de chemins de fer, parmi les voyageurs, car ils ne font pas partie du personnel des Compagnies, bien qu'ils participent aux mêmes risques.

Sur 520 victimes, 87 n'ont pu être distinguées en agents ou en voyageurs, mais 433 autres victimes se décomposent en 28 agents et 405 voyageurs. On peut donc dire, qu'en général sur 100 victimes il y a eu 6 à 7 agents des Compagnies, ce qui ne laisse pas d'indiquer une forte proportion de victimes parmi ces agents. D'ailleurs on sait que le risque d'accident est toujours beaucoup plus fort pour l'agent que pour le voyageur. Il n'y a que dans les grandes catastrophes, où plusieurs wagons pleins de voyageurs sont écrasés, que la proportion des agents tués ou blessés reste infime, même lorsqu'ils ont tous été frappés à leur poste. Dans la plupart des accidents n'ayant que peu d'importance ou du moins qui causent peu de victimes, il est rare au contraire que le mécanicien ou le chauffeur ne soit pas atteint.

Nous allons voir que la très grande majorité, heureusement, des accidents font peu de victimes.

Ainsi sur 10 accidents ayant entraîné mort d'homme (nous ne parlons bien entendu que des victimes qui sont mortes sur le coup), on en compte 6 ayant tué une personne, 3 ayant tué 3 personnes, et un (Saint-Mandé) ayant tué 49 personnes.

Si le nombre d'accidents ayant causé la mort immédiate de victimes n'a été que de 10, celui des accidents ayant blessé des agents ou des voyageurs a été de 45. On ne doit pas conclure de là qu'il y a eu 10 + 45 accidents, — nous avons vu plus haut que le nombre d'accidents ayant fait des victimes a été de 48 ; — cela veut dire qu'il y a eu 3 accidents ayant eu exclusivement des tués et 38 ayant eu exclusivement des blessés ou contusionnés plus ou moins grièvement, 7 accidents ayant compté à la fois des tués et des blessés.

Classification des accidents d'après le nombre des victimes. — A. — Tués.

Compagnies	Nombre des victimes 1	2	3	49	Total des accidents	Total des victimes tuées
Nord	1	»	1	»	2	4
Est	»	»	»	1	1	49
Ouest	1	»	»	»	1	1
Orléans	3	»	»	»	3	4
Paris-Lyon-Méditerranée	»	»	2	»	2	6
Midi	1	»	»	»	1	1
Etat	»	»	»	»	»	»
Totaux	6	»	3	1	10	64

Le tableau suivant montre comment se répartissent, dans chaque Compagnie, les accidents ayant causé des victimes, d'après le nombre de blessés ; 10 accidents n'ont fait qu'une victime, 9 ont compté deux blessés, 7 ont compté trois blessés, et ainsi de suite. La plupart des accidents ont donc présenté peu de gravité, si l'on met à part un qui a blessé 221 personnes, un qui en a blessé 21, un autre 20, un autre 17, et plusieurs autres qui ont fait respectivement 16, 15, 13 victimes. Trois accidents ont fait chacun 10 victimes.

Classification des accidents d'après le nombre de leurs victimes.

B. — Blessés.

Compagnies	Nombre de victimes 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	221	Total des accidents	Total des victimes
Nord	2	3	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1	»	1	1	1	»	»	»	»	»	11	82
Est	1	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	5	230
Ouest	1	1	3	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7	24
Orléans	1	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	16
Paris-Lyon-Méditerranée	3	2	1	1	»	1	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	11	38
Midi	1	1	»	1	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	6	45
Etat	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1
Totaux	10	9	7	2	2	1	2	2	»	3	»	»	1	»	1	1	1	»	»	1	1	1	45	456

Voici, pour compléter la statistique des victimes, le tableau qui classe les accidents par catégorie d'après le nombre des tués et blessés réunis. Plus de moitié de ces accidents ont eu 1, 2 ou 3 victimes seulement.

Classification des accidents d'après le nombre des victimes.

C. — Tués et blessés.

Compagnies	Nombre des victimes. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	270	Total des accidents	Total des victimes
Nord	3	3	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1	»	1	»	1	»	1	»	»	»	»	»	12	86
Est	1	1	2	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	5	279
Ouest	1	1	2	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7	25
Orléans	1	2	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	19
Paris-Lyon-Méditerranée	3	2	»	1	»	2	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	11	64
Midi	1	»	1	1	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	46
Etat	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1
Totaux	11	9	6	3	2	2	2	2	»	3	»	»	1	»	1	»	1	»	1	»	1	»	1	1	48	520

On voit que la catastrophe de Saint-Mandé a fait à elle seule plus de victimes (270 tués ou blessés) que tous les autres accidents réunis.

Nous parlerons, dans le prochain article, de la nature des accidents et des jours de la semaine auxquels ils se sont produits, deux renseignements qui ne sont pas sans influer sur la gravité des conséquences.

(A suivre.)

V. Turquan.

CORRESPONDANCE

Chicago et son exposition en 1893 (1).

A Monsieur le Rédacteur en chef du *Génie Civil*.

Monsieur,

De retour des États-Unis, je me fais un plaisir de vous communiquer mes impressions sur un séjour d'un mois que je viens de faire à Chicago, pensant que cela pourra être intéressant pour les lecteurs du *Génie Civil*.

La ville de Chicago, entièrement détruite, il y a seize ans, par l'un des plus terribles incendies qui aient affligé le Nouveau Monde, est aujourd'hui entièrement reconstruite, et occupe au bord du lac Michigan une surface plus considérable que celle de Paris. Le centre de la ville est occupé par le commerce et la périphérie par les habitations particulières. Les avenues vont du nord au sud et les rues les coupent à angle droit de l'est à l'ouest. Parmi les avenues, l'une des plus remarquables est certainement Michigan Avenue, large comme l'avenue de l'Opéra, ombragée par deux rangées d'arbres, et bordée de chaque côté par des hôtels particuliers d'une architecture locale luxueuse, qui a bien sa bizarrerie pour l'Européen, mais qui a également un charme tout particulier.

Au sud de Michigan Avenue se trouvent Washington Park et Jackson Park, qui sont deux des lieux favoris d'excursion des habitants. Jackson Park est situé au bord du lac Michigan ; c'est là que doit s'élever la grande Exposition de 1893.

Jamais cadre plus splendide n'aura reçu les grandes assises internationales de l'industrie et du commerce. Le terrain occupé par cette grande Exposition est plus vaste que tous ceux dont nous disposions à Paris, en 1889.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629 ; tome XVI, n° 2, p. 35 ; n° 3, p. 70 ; n° 4, p. 99 ; n° 6, p. 156 ; tome XVIII, n° 4, p. 61 ; et tome XIX, n° 3, p. 76 ; et n° 22, p. 355.

Digitized by Google

J'ai vu les dessins des bâtiments et palais qui doivent s'élever dans cette enceinte. Ces dessins sont très bien étudiés, tant au point de vue de leur destination, qu'au point de vue de l'esthétique. Leur ensemble présentera certainement un coup d'œil magnifique. Plusieurs de ces bâtiments sont déjà sortis du sol et arrivés à un degré d'avancement très marqué.

Les eaux bleues du lac Michigan pénétreront dans l'intérieur de l'Exposition, où elles formeront des bassins et des rivières sillonnés par des gondoles vénitiennes, des canots indiens et canadiens et autres embarcations exotiques.

Un chemin de fer électrique établi sur le bord du lac permettra de se rendre sans fatigue d'une extrémité à l'autre de l'Exposition, qu'on pourra ainsi visiter à pied, en chemin de fer ou en gondole.

La Compagnie du chemin de fer de l'Illinois central, le nouveau chemin de fer métropolitain aérien de Chicago, et deux lignes de cablecars, sans compter les nombreux bateaux à vapeur qui font le service du lac, assureront le transport de tous les visiteurs possibles de cette grande fête.

Bien que l'Exposition se trouve à environ 10 kilomètres du centre de la ville, les visiteurs pourront s'y rendre en trente minutes, pour le prix de 25 centimes.

Malgré l'étendue considérable du terrain occupé par l'Exposition, il n'y aura guère de place inoccupée. M. Baker, le président de l'Exposition pour l'Illinois, m'a dit, en effet, que les demandes des exposants américains et étrangers affluaient sans cesse à la Direction, et ce qui tend à prouver que le dire de M. Baker n'était pas exagéré, c'est que, pendant mon séjour à Chicago, la Commission de contrôle instituée par le gouvernement de Washington, en présence du nombre considérable des demandes d'emplacement, a exigé qu'on lui soumit l'étendue de terrain à accorder aux différents exposants, afin de pouvoir satisfaire tout le monde dans la mesure du possible, en évitant des pertes d'espace.

L'Exposition de Chicago, au point de vue du nombre des exposants américains et étrangers aura donc certainement du succès et présentera, à la visite de l'Ingénieur européen, des choses bien curieuses et très intéressantes.

Quant au nombre des visiteurs qui doivent la parcourir, les Directeurs de l'Exposition, en ne tenant compte que des Américains du Nord, des Canadiens et des Américains de l'Ouest et du Sud, sans faire entrer en ligne les visiteurs européens, dont il est fort difficile de prévoir le nombre, sont convaincus qu'ils auront autant de visiteurs que nous en avions à Paris.

Je dois dire que cette prévision de la Direction de l'Exposition de Chicago ne semble pas exagérée, étant donnés la facilité des moyens de transport en Amérique et le bon marché de ces transports. Ce bon marché est, en effet, remarquable et vous en jugerez vous-même, lorsque vous saurez que pour aller de New-York à Chicago, c'est-à-dire pour faire 1 600 kilomètres dans des wagons plus confortables que les wagons de première classe français, on ne paie que 80 francs, c'est-à-dire trois fois et demi moins par kilomètre qu'en France.

On peut affirmer, dès aujourd'hui, que les nombreuses voies ferrées qui sillonnent les Etats-Unis, la modicité des prix de transport, la facilité avec laquelle les Américains se déplacent constamment, leur goût, je dirai même leur prédilection pour les choses nouvelles et intéressantes, la situation splendide de l'Exposition de Chicago, assurent le succès de l'œuvre considérable que les Américains préparent en ce moment pour célébrer le quatrième centenaire de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

Veuillez agréer, etc.

A. BARRE,
Ingénieur civil.

Le Métropolitain souterrain de New-York.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

La question du transport rapide des voyageurs à New-York n'a pas cessé, depuis longtemps, d'attirer l'attention du public et des Ingénieurs.

J'ai eu l'occasion, dans le *Génie Civil* (1), de parler du métropolitain aérien actuellement en exploitation. Il a répondu pendant plusieurs années à tous les besoins du trafic, mais le développement incessant de la ville, l'augmentation constante de la population (d'environ 1 700 000 actuellement), l'ont maintenant rendu tout à fait insuffisant; il a atteint son maximum de capacité. Non seulement les trains se suivent, à certaines heures, à un intervalle d'à peine une minute, et presque toute la journée à des intervalles de deux à cinq minutes, mais encore il a fallu, pour suffire à un trafic de 550 000 voyageurs par jour, chiffre estimé par les Compagnies, composer chaque train de 5 wagons. Cette nécessité a conduit à prolonger les quais des stations dans les parties les plus fréquentées, au point de faire presque un plancher continu de l'une à l'autre.

L'avantage principal du métropolitain actuel dans une ville qui, comme New-York, n'a qu'une largeur relativement très faible par rapport à sa longueur, dont l'axe principal s'étend du sud au nord, réside dans ce fait que les lignes ferrées divisent la ville en bandes parallèles courant du sud au nord ou à peu près et assez distantes les unes des autres pour desservir les quartiers de l'est et de l'ouest, que relient d'ailleurs à diverses hauteurs dans la ville, de nombreux tramways à chevaux et un tramway à câble, dont les voies sont établies perpendiculairement à l'axe des voies aériennes du métropolitain.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome IX, n° 20, p. 1, tome XII, n° 1, p. 1, et n° 10, p. 147.

Les tramways longitudinaux de la surface, courant sous les viaducs mêmes du métropolitain dans les avenues que ce dernier dessert ou dans les avenues parallèles, sembleraient, avec ce métropolitain, devoir constituer un ensemble suffisant pour tous les besoins.

Il n'en est rien. Ces tramways mêmes sont tellement encombrés à certaines heures, surtout deux d'entre eux, celui de la 3e avenue et celui de Broadway, qu'ils sont actuellement en transformation, remplaçant la traction à chevaux par une traction funiculaire, dans le but d'augmenter leur vitesse et la longueur des voitures, afin de répondre aux demandes du public.

Le développement du trafic du pont de Brooklyn, voie funiculaire qui se relie à New-York et à Brooklyn avec les réseaux métropolitains de ces deux villes, apporte un nouveau contingent de 40 à 50 millions de voyageurs par an qui vient encore augmenter les difficultés. Brooklyn a une population actuelle de 850 000 habitants.

Il y a deux ou trois ans, cette question du transport des voyageurs a été déjà mise à l'ordre du jour et plusieurs projets ont même été présentés à une commission nommée *ad hoc*, projets sur lesquels nous aurons sans doute à revenir. On avait proposé, entre autres, un double étage de chemins aériens, puis une large voie centrale ouverte à travers les pâtés de maisons expropriées et achetées dans ce but; on parlait d'un viaduc en maçonnerie à quatre voies devant parcourir toute la partie de l'île habitée par la population la plus dense.

On n'a pas alors donné suite à ces projets, bien qu'ils présentassent certaines combinaisons bien étudiées.

Il y a quelques mois, les deux Chambres de l'Etat de New-York ont été saisies d'un nouveau projet, et le maire de la ville a nommé une commission chargée d'étudier cette question à fond.

Cette commission, composée entièrement de commerçants et industriels haut placés, familiers avec les besoins de la ville, a choisi pour Ingénieur en chef M. William E. Worthen, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de New-York, et, comme Ingénieur-adjoint, M. Parsons, qui avait été le promoteur d'un projet souterrain, présenté il y a dix ans.

La commission avait à décider, tout d'abord, si le nouveau système de transport serait souterrain ou aérien. Elle s'est prononcée en principe pour l'adoption d'un tunnel jusqu'aux parties de la ville qui, plus élevées et moins peuplées, se prêteraient mieux à l'établissement d'une voie aérienne sans causer de préjudices aux propriétaires de terrains non encore en plein développement ou d'immeubles plus ou moins clairsemés.

C'était donc sur ce projet en tunnel, adopté en principe par la commission, que ses Ingénieurs avaient à fournir un rapport préliminaire. La commission avait choisi d'ailleurs, au préalable, le tracé qui lui semblait le mieux devoir satisfaire aux besoins de circulation actuels, quelque pût être le mode de construction auquel on s'arrêterait.

Le projet des Ingénieurs a été remis à la commission il y a environ un mois, et celle-ci, afin de s'entourer de tous les éléments des examens nécessaires, s'est fait présenter des contre-rapports par des Ingénieurs choisis par elle : M. O. Chanute, président actuel de la Société des Ingénieurs civils, M. C. O. Cooper, Ingénieur de constructions métalliques bien connu aux Etats-Unis, M. Bogart, secrétaire de la Société des Ingénieurs civils, et M. Wilson, de Philadelphie.

Après mûre discussion, la commission, écartant le projet de tunnel à deux étages de M. Parsons, a adopté dans son ensemble le projet de tunnel à quatre voies de M. Worthen.

Je me propose de vous adresser pour le *Génie Civil*, avec tous les plans, le résumé des rapports et celui du projet lui-même; je dois à l'obligeance de M. E. Worthen la communication de tous ces documents officiels. Je l'eusse fait plus tôt si la commission n'avait cru devoir tenir ses séances secrètes jusqu'à ce qu'elle pût donner une décision finale : elle n'en a communiqué le résumé à la presse qu'il y a deux ou trois jours seulement. Quoique ayant tous les documents en mains, nous n'étions donc pas autorisés à les publier.

Le projet, dans son ensemble, comprend un tunnel partant de la Batterie, point sud extrême de la ville, à deux voies d'abord, pour se continuer ensuite à quatre voies sous Broadway. Dans presque tout son parcours, les voies sont placées entre les deux trottoirs; sur certains points, il y aura deux voies entre les trottoirs et deux sous les trottoirs. Il y aura une profondeur uniforme d'environ 17 pieds (à peu près 5 mètres) du seuil du tunnel au niveau de la chaussée. Deux des voies sont destinées aux trains express, deux autres aux trains omnibus.

Les premiers sondages préliminaires exécutés sur différents points de la ville ne paraissent pas avoir donné des résultats qui s'opposent à l'établissement d'un pareil système.

En plusieurs endroits, là où les conditions du sol pourraient l'exiger, le tunnel sera remplacé par une tranchée ouverte, avec passage des rues transversales sur des ponts spéciaux; en bordure de cette tranchée, comme c'est le cas déjà pour le tunnel du chemin de fer de l'Hudson, sous la 4e avenue, seront disposées des plates-bandes plantées de fleurs arbustes et plantes d'ornement. Dans ces cas particuliers, deux des voies se trouveront établies sous les trottoirs et deux seulement au-dessous du milieu de la chaussée, laisssant de chaque côté, entre la tranchée et le trottoir, un espace suffisant pour la circulation des voitures.

Le projet comprend autant que possible l'excavation du tunnel sans ouverture de la chaussée, probablement au moyen d'un bouclier à trousse coupante poussé en avant, comme on l'a fait pour le tunnel sous la rivière Saint-Claire, dont le *Génie Civil* a donné la description (1).

Cette quadruple voie sous Broadway, artère qui s'étend sur presque

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 22, p. 341.

Digitized by Google

toute la longueur de l'île en se prolongeant par ce qu'on appelle le Boulevard, se bifurquera ultérieurement, après la construction de cette voie principale, — ou simultanément, suivant le succès financier de l'entreprise auprès du public souscripteur, — à une certaine distance dans la ville; puis, quittant Broadway et suivant une autre avenue, cette seconde ligne finira par être distante de la première d'environ 2 kilomètres.

Il est bon de faire remarquer ici, afin de mieux faire comprendre ce qui précède, que *toutes* les avenues sont parallèles entre elles et que celle de Broadway, inclinée sur leur axe, finit ou finirait par les couper toutes, si elle était prolongée suffisamment.

Les deux lignes projetées traverseront la rivière de Harlem, à ciel ouvert, sur des ponts tournants, pour tenir compte des besoins de la navigation.

Finalement, après avoir desservi les quartiers les plus peuplés, ces deux lignes se continueront dans les quartiers peu ou non encore habités, par un viaduc métallique établi au-dessus du sol.

Le tunnel, nécessairement, n'aura pas de voûte en maçonnerie, à cause de son peu de profondeur au-dessous de la chaussée. Son plafond sera constitué par des poutres métalliques longitudinales de $0^m 30$ environ, recouvertes de fortes tôles à la partie inférieure et à la partie supérieure; la hauteur du plafond ainsi formé sera remplie de goudron injecté dans l'espace vide, goudron qui agira à la fois comme agent protecteur du fer et comme moyen d'étanchéité. Ces poutres longitudinales seront supportées par des poutres transversales reposant elles-mêmes sur des rangées de piliers métalliques parallèles aux voies.

Autant que possible, non seulement on n'éventrera pas la chaussée, mais on évitera aussi de toucher aux tuyaux de conduite des eaux, du gaz, et aux constructions du câble funiculaire de Broadway.

J'espère pouvoir vous envoyer sous peu tous les détails et plans de ce projet, dont cette brève description ne peut fournir qu'une idée sommaire. Les moyens de traction à adopter ne sont pas encore complètement étudiés, non plus que les systèmes d'aérage et d'éclairage.

Ce projet est définitif quant au principe adopté et il sera vraisemblablement exécuté, sauf mauvais accueil de la part du capital financier qui va être appelé à y souscrire.

Veuillez agréer, etc.

Auguste Rossi,
Ingénieur des Arts et Manufactures, à New-York.

Octobre 1891.

INFORMATIONS

Le Cyclone de la Martinique.

La représentation et les délégués du Conseil général de la Martinique ont adressé à M. le sous-secrétaire d'Etat des Colonies la lettre ci-après :

A Monsieur le Sous-Secrétaire d'État des Colonies

Le Gouvernement vient de décider qu'un inspecteur des Services administratifs des Colonies serait envoyé à la Martinique, pour se rendre compte à nouveau, des désastres causés par le cyclone du 18 août.

Mandataires de cette colonie qui vient d'être si terriblement frappée, nous ne pouvons rien trouver à redire à une décision qui permettra d'apprécier encore une fois l'étendue de nos malheurs, mais nous nous demandons avec anxiété si pour obtenir un soulagement à tant de souffrances, nos malheureux compatriotes devront attendre que le délégué du Gouvernement se soit rendu dans les moindres hameaux, ait parcouru toutes nos routes, tous nos sentiers, tous nos bois, visité tous les emplacements où existaient hier des habitations de petits planteurs, refasse en un mot tout le travail déjà fait par de nombreuses Commissions administratives.

Comment appréciera-t-il ce qui n'est plus ?

Au lendemain du cyclone, une Commission, composée de membres du Conseil général choisis indistinctement parmi cette assemblée, s'est livrée à un travail des plus minutieux.

Elle a accusé quatre-vingt-huit millions de pertes.

Vous avez, Monsieur le Sous-Secrétaire d'État, invité M. le Gouverneur de la colonie et M. le Directeur de l'Intérieur à reviser le tableau de nos pertes, et de ce nouvel examen est résulté une évaluation de soixante-douze millions.

Comment l'inspecteur délégué, n'ayant pas connu le pays à la veille du désastre, pourra-t-il mieux apprécier que nos Conseillers généraux, que les fonctionnaires empruntés à tous les services, venus de France, ou nés dans le pays même ?

A son arrivée dans ce pays à végétation si vivace et si riche, la liane aura recouvert partout des emplacements où vivaient hier encore des milliers de planteurs.

Comment ce témoin tardif de nos malheurs pourra-t-il se rendre compte, quelque soin qu'il y apporte, de ce qu'il a fallu à nos courageux colons dépenser d'efforts pour réparer déjà en partie tant de pertes et tant de ruines?

Comment estimera-t-il l'étendue des sacrifices faits par une population énergique entre toutes, qui, pour essayer de se relever, aura épuisé ses dernières ressources et escompté l'avenir ainsi que la bienveillance de la mère-patrie?

Partout, en France, dans tous les ports de mer, si étroitement liés à notre Martinique par des rapports commerciaux et qui souffrent de nos souffrances, partout où a retenti le bruit de nos malheurs, partout on se demande s'il est possible que la mère-patrie ait épuisé sa bienveillance à notre égard, en offrant à 175 000 Français soudainement frappés par une catastrophe sans précédent cinq cent mille francs de vivres et cinq cent mille francs d'argent.

M. Moracchini, Gouverneur de la colonie, vous l'a dit dans une dépêche officielle : « Les pertes sont immenses, elles sont écrasantes pour un pays de l'importance de la Martinique, et notre colonie ne saurait, quelle que soit sa vitalité, se relever sans le secours puissant et effectif qu'elle attend de la métropole. »

En présence d'une si lamentable situation qui exige un prompt remède, faut-il attendre que l'inspecteur délégué ait constaté méticuleusement et consciencieusement établi que, à quelques millions près, notre infortune est telle qu'on l'a déjà dépeinte?

Qu'il s'agisse de 88, de 72, de 60 ou de 50 millions, songez, Monsieur le Sous-Secrétaire d'État, qu'il ne peut être question de nous indemniser des pertes irréparables que nous avons subies, mais de permettre de revivre à un pays ruiné dans son agriculture, dans son industrie, dans son commerce, dans ses fortunes privées, même les plus modestes, enfin dans tout ce par quoi il vit.

Sans le concours immédiat de la métropole, tous les sacrifices faits depuis la catastrophe seraient perdus et aggraveraient encore l'état déplorable de la colonie. Les dernières ressources épuisées, que va devenir cette population? L'heure presse, nos malheureux compatriotes nous adressent chaque jour des appels désespérés; il est plus que temps d'agir.

Nous venons en conséquence vous prier, Monsieur le Sous-Secrétaire d'État, sans attendre le résultat de la nouvelle expertise, de rechercher au plus tôt avec le Gouvernement les mesures financières propres à assurer le relèvement de la Martinique. A la première nouvelle des malheurs de notre colonie vous vous êtes empressé de lui prêter votre puissant concours. Nous profitons de cette circonstance pour vous renouveler l'expression de notre gratitude et vous prier de nous continuer votre bienveillant appui.

Veuillez agréer, Monsieur le Sous-Secrétaire d'État, l'assurance de notre haute considération.

Le document que nous venons de donner intéressera certainement toutes les personnes qui de loin ou de près tiennent à nos colonies, et qui sont encore sous l'impression de l'émotion causée par le désastre qui vient de frapper l'une des plus françaises d'entre elles, la Martinique. Les Chambres de Commerce de nos ports que les relations avec nos colonies intéressent au plus haut point, ont adressé également aux Pouvoirs publics un appel analogue en sa faveur.

Le sous-secrétaire d'Etat des Colonies vient de se mettre d'accord avec le ministre des Finances sur le principe des propositions dont il y aura lieu de saisir le Parlement en vue de venir en aide à la Martinique.

Ces propositions auront pour base :

1° L'allocation à la colonie, pendant une certaine période, d'une subvention annuelle, à titre de prêt ultérieurement remboursable et dont le produit serait affecté d'une part à combler les déficits qu'amènera dans les recettes du budget local la non-rentrée des impôts, d'autre part à permettre de donner des primes aux agriculteurs et planteurs ruinés par le sinistre.

2° L'étude d'une commission analogue à celle qui est intervenue à la suite du tremblement de terre de Nice, en 1887, en vue de faciliter la reconstruction des immeubles détruits dans les villes et bourgs de la colonie.

On sait que, pour Nice, la loi du 22 juin 1887 a autorisé un emprunt de quatre millions dont les annuités, jusqu'à concurrence des trois cinquièmes, ont été mises à la charge de l'État.

Le sous-secrétaire d'Etat des Colonies a envoyé un télégramme au gouverneur de la Martinique pour l'aviser de ces dispositions et l'inviter à procéder d'urgence, d'accord avec les inspecteurs qui ont été chargés d'une mission spéciale à cet effet, aux évaluations que comportent ces projets.

Le Gouvernement saisira la Chambre d'un projet de loi spécial et d'une demande de crédit, dès que le rapport du gouverneur et celui des inspecteurs lui seront parvenus.

La rectification du Danube et les travaux des Portes-de-Fer.

D'importants travaux sont commencés depuis quelque temps dans le Bas-Danube, aux Portes-de-Fer, pour faire sauter les rochers qui entravent, en cet endroit, la navigation du fleuve. Le bruit a couru que ces travaux allaient être abandonnés.

La nouvelle n'est qu'en partie exacte. La vérité est que les travaux sont presque suspendus par suite de désaccords survenus entre les Ingénieurs chargés de l'exécution technique et les financiers allemands qui, ayant assumé à forfait cette vaste entreprise se plaignent d'y engloutir, sans résultat apparent, des millions de florins. Il se pourrait donc qu'à bref délai ces derniers se décidassent à demander au gouvernement de résilier leurs contrats ; mais, comme le cahier des charges prévoit des dédits considérables, aucune décision n'a encore été définitivement prise. On attend, paraît-il, d'avoir constaté les résultats donnés dans les chantiers de la section d'Orsava par le nouvel explosif belge que l'Ingénieur en chef, M. Demarteau, a rapporté de son dernier voyage.

Éclairage des trains par l'électricité.

L'un des trains express qui font le service entre Berlin et Francfort est éclairé par l'électricité. Chaque voiture est munie de deux batteries d'accumulateurs et les lampes sont à deux circuits distincts, de sorte qu'en cas d'accident à l'une des batteries ou lorsqu'on la change, la voiture ne soit pas complètement privée de lumière. D'après l'*Electricien*, les accumulateurs sont spécialement construits pour supporter des manœuvres brusques; leur capacité est de 200 ampères-heure. Chaque batterie fournit le courant nécessaire à 4 lampes de 8 bougies pour les compartiments et à une de 5 bougies pour le cabinet de toilette. Les batteries, qui pèsent environ 300 kilogr. chacune, sont placées sous le plancher de la voiture.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

— 1891 —

Réunion de l' « Iron and Steel Institute » aux Etats-Unis. — M. Brustlein fait à la Société une communication fort intéressante sur son voyage aux Etats-Unis, lors de la réunion du Congrès métallurgique. Ce voyage, qu'il a accompli en compagnie de M. P. Bayard, a donné lieu à une série d'articles publiés dans le *Génie Civil* (1).

De l'influence des poussières charbonneuses dans les explosions de grisou. — M. Rossigneux fait à la Société la communication suivante :

On se préoccupe beaucoup en Angleterre de chercher les divers moyens de rendre moins fréquentes les explosions de grisou, et on étudie spécialement depuis quelque temps le rôle de la poussière de houille. M. Hall, inspecteur royal des mines, a été chargé par le gouvernement anglais de faire des essais sur le rôle qu'elle joue dans les explosions. Une première série d'expériences a été faite en avril 1890 dans un puits abandonné de 50 mètres de profondeur et 4m 80 de diamètre, mis à la disposition de M. Hall par la White Moss Colliery Co. On avait fixé verticalement au fond du puits un canon de 45 millimètres de diamètre et 0m 75 de longueur ; le feu était mis au moyen de l'électricité. On jetait en haut du puits 200 kilogr. de fine poussière de houille provenant de la mine Arley, et on faisait partir le coup. Avec un premier coup chargé de 330 grammes de poudre noire, il ne se produisit pas d'explosion. Un second coup chargé de 450 grammes enflamma la poussière, produisit une violente explosion et une flamme qui se propagea sur toute la hauteur du puits et s'éleva de 6 mètres au-dessus de l'orifice. Le fil électrique suspendu aux parois fut détruit, et on interrompit les essais.

On les reprit quelques mois plus tard et on tira quatre coups qui donnèrent les résultats suivants :

1er coup, charge 450 grammes de poudre, bourrage de poussière ; on verse dans le puits 250 kilogr. de poussière de la mine Arley, et, 20 minutes après, on met le feu ; il se produit une explosion et une flamme qui monte jusqu'à l'orifice, mais sans le dépasser.

2e coup chargé de 120 grammes de roburite et bourré de poussière de houille ; on verse également 250 kilogrammes de poussière, le coup ne s'allume pas.

Le 3e coup est tiré deux heures après le précédent ; il était chargé de 450 grammes de poudre ; on ne verse pas de poussière de charbon. Mais l'atmosphère en contenant encore en suspension, il se produit une violente explosion et une flamme qui ne monte pas jusqu'à l'orifice.

Enfin le 4e coup est tiré avec la même charge que le précédent ; on verse à l'orifice 300 kilogr. de poussière ; il se produit une flamme qui monte à 9 mètres au-dessus de l'orifice du puits.

L'atmosphère du puits ne contenait pas trace de grisou ; on en fit l'analyse et l'on constata qu'elle avait la composition normale. La température était de 28° C.

Ces expériences, qui ont été répétées à plusieurs reprises, n'offrent rien de bien nouveau, si ce n'est l'échelle sur laquelle on les a faites ; elles prouvent une fois de plus qu'en l'absence de toute trace de grisou, la poussière charbonneuse enflammée par un fort coup de mine faisant canon, peut produire des explosions considérables. Il est bon d'ajouter qu'à la suite de ces essais, le ministre de l'intérieur a adressé aux divers exploitants et directeurs de houillères, une circulaire leur recommandant l'arrosage des chantiers et des galeries de roulage.

Fonçage du puits n° 10 des mines de Lens par la congélation. — Après avoir donné les différentes phases par lesquelles la direction des mines de Lens a dû passer pour amener la profondeur du puits n° 10 jusqu'au niveau des sables aquifères, M. Lescure présente le procédé employé pour traverser cette couche en faisant usage du procédé Pœtsch, qui consiste à congeler la nappe liquide sur une certaine épaisseur afin de travailler sur des blocs de glace comme en terrain solide (2).

Pour y arriver, on a opéré huit sondages tubés à l'intérieur du puits et 20 sondages également tubés à l'extérieur. Une machine à produire le froid, du système Fixary, a été ensuite installée de façon à préparer une forte quantité de liquide salin à très basse température, qu'on envoie dans les tubes de forage. D'après la puissance de production de la machine, capable de fournir 100 000 frigories à l'heure, et le cube d'eau à congeler, 4 220 mètres cubes, la durée de la congélation est estimée à 5 mois et 26 jours ; après quoi, toute la partie difficile à traverser est transformée en un bloc de glace qui permet de continuer le forage du puits par les procédés ordinaires employés en terrain solide.

G. P.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 1, p. 9 ; n° 16, p. 248 ; n° 21, p. 338.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome VII, n° 7, p. 99.

BIBLIOGRAPHIE

L'Enseignement technique à l'Exposition de 1889. — Rapport fait au nom du Jury par M. Paul Jacquemart, Ingénieur civil des mines. — Imprimerie nationale, 1891.

L'auteur commence son important et savant travail par la définition de l'enseignement technique telle qu'elle est adoptée aujourd'hui, c'est-à-dire que les mots enseignement technique, lorsqu'ils ne sont suivis d'aucune épithète, désignent l'ensemble de l'enseignement industriel et de l'enseignement commercial, puis il décrit successivement les divers établissements français, officiels et privés, où cet enseignement se donne, ainsi que les ouvrages et le matériel d'enseignement qui s'y rapportent.

Grâce aux documents exposés, les visiteurs ont pu se rendre un compte exact de la valeur de l'enseignement technique donné en France ; malheureusement les pays étrangers, sauf la Belgique et le Japon, n'ayant envoyé que peu ou point de matériaux, il n'a pas été possible de comparer les différentes méthodes d'enseignement technique employées dans notre pays et à l'étranger. M. Jacquemart constate avec satisfaction que l'initiative privée joue un grand rôle en France, attendu que sur cent cinquante institutions créées pour donner l'enseignement technique, près d'une centaine sont dues à l'initiative privée ; mais il fait remarquer qu'il faudrait une direction unique pour relier tous les efforts et toutes les bonnes volontés, de façon à obtenir les résultats qu'il est permis d'en espérer.

Tout en reconnaissant les bons effets de l'initiative privée, M. Jacquemart estime qu'elle n'a pas les ressources suffisantes pour pouvoir organiser notre enseignement technique de façon à pouvoir lutter avec avantage contre celui qui est donné à l'étranger aux frais de l'État. Ainsi, tandis que le nombre des élèves qui fréquentent nos institutions techniques, en comprenant celles de l'État, ne dépasse pas 20 000, dans le seul royaume de Prusse on compte plus de 40 000 ouvriers qui suivent les cours des écoles professionnelles.

L'enseignement commercial est donné dans nos écoles à près de 2 000 élèves, tandis qu'en Autriche, les 85 établissements spéciaux où l'on forme des négociants sont fréquentés par 10 000 auditeurs. L'écart est encore bien plus considérable si l'on compare le personnel de nos écoles commerciales à celui des 228 établissements similaires qui donnent l'instruction à 45 000 élèves.

En présence du développement considérable pris par le commerce d'exportation et d'importation dans les pays où l'enseignement technique est bien organisé, M. Jacquemart estime qu'il est du devoir de notre gouvernement, qui a déjà tant fait pour l'instruction populaire, de faire de grands efforts pour que la France n'ait plus, dans un avenir prochain, rien à envier aux autres nations au point de vue de l'enseignement technique.

Dictionnaire juridique et pratique de la Propriété bâtie, par H. Ravon, architecte, et C. Collet-Corbinière, avocat à la Cour d'appel de Paris. — Librairie générale de l'Architecture et des Travaux publics. — Paris, 1891.

Les lecteurs du *Génie Civil* ont presque tous été, soit dans la rédaction de projets, soit dans l'exécution de travaux, aux prises avec les difficultés contentieuses concurremment avec les difficultés techniques. Ils nous sauront gré de leur signaler un ouvrage, conçu sous une forme nouvelle, et qui leur sera de la plus grande utilité. La science du droit est tellement spéciale, qu'il faut toujours, dans les contestations, recourir aux conseils et aux bons offices des personnes qui s'y sont consacrées ; mais ce qu'il importe à l'Ingénieur, à l'architecte, au constructeur, c'est d'avoir les renseignements nécessaires pour prévenir les contestations.

On trouvera certainement dans le *Dictionnaire juridique et pratique de la Propriété bâtie* les solutions des difficultés si nombreuses qui résultent du droit de propriété. Commencé en 1885, terminé en 1891, cet ouvrage contient l'ensemble de la législation, des coutumes, de la jurisprudence, avec l'analyse des textes, des décisions des tribunaux ordinaires, des Conseils généraux, des Conseils de préfecture, du Conseil d'État.

Il serait impossible de donner dans une courte note la moindre idée des matières contenues dans cette encyclopédie véritable.

L'Ingénieur, l'architecte, l'entrepreneur y trouveront les limites de leur responsabilité, qui peut souvent être engagée très gravement pour de simples infractions aux lois et règlements.

Les propriétaires et les locataires y trouveront les limites de leurs droits respectifs.

Les industriels y pourront lire les règlements spéciaux à l'industrie qu'ils exercent.

Les auteurs, au lieu d'adopter, pour la présentation des matières, une forme doctrinale et savante, ont rangé par ordre alphabétique les titres des nombreux sujets qu'ils avaient à traiter. Cela n'a pu se faire sans certaines difficultés, qu'ils ont vaincues afin de faire un ouvrage facile à consulter. Chaque article de quelque importance est précédé d'un index qui renferme les principales divisions de l'article et y renvoie par un système de numéros d'ordre.

Les personnes auxquelles les questions de droit sont familières tireront la plus grande utilité de cet ouvrage, parce que les auteurs ont indiqué avec précision les traités, commentaires et monographies où ils ont puisé.

Rapports du Jury international de l'Exposition universelle de 1889. — Groupe I, Œuvres d'art, classes 1 à 5 *bis*. — Imprimerie Nationale.

Ce volume renferme les cinq rapports suivants :

Classes 1 et 2. — Peintures à l'huile. — Peintures diverses et dessins, par M. Lafenestre, conservateur de la peinture au Musée du Louvre ;

Classe 3. — Sculpture et gravure en médailles par M. Kaempfen, directeur des musées nationaux et de l'Ecole du Louvre ;

Classe 4. — Dessins et modèles d'architecture, par M. de Baudot, architecte du Gouvernement, inspecteur général des édifices diocésains ;

Classe 5. — Gravure et Lithographie, par M. Bracquemond, graveur ;

Classe 5 *bis*. — Enseignement des arts du dessin, par M. Paul Colin, artiste peintre, inspecteur principal de l'enseignement du dessin.

L'autorité de chacun des rapporteurs en la matière qu'il a traitée donne une grande valeur à ce volume, d'abord à cause des appréciations données en pleine connaissance de cause, ensuite par l'abondance des documents de toute sorte qui sont produits et qu'il serait difficile de se procurer même en se livrant à de longues et pénibles recherches.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, 3e édition, revue et considérablement augmentée, par A. Witz. — 1 vol. in-8°. — Bernard et Cie, Paris. — Prix : **15** fr.

Traité de physique industrielle, protection et utilisation de la chaleur, par L. Ser, avec la collaboration de MM. L. Carette et E. Herscher. — **2** vol. in-8° illustrés. — G. Masson, Paris. — Prix : **45** fr.

Résistance des matériaux, par Madamet. — **1** vol. grand in-8°, illustré. — Bernard et Cie, Paris. — Prix : **20** fr.

Application de l'eau sous pression. Projet de manutention hydraulique dans une gare de chemin de fer, par L. Vigreux. — 1 vol. in-8° et atlas de 42 planches. — Bernard et Cie, Paris. — Prix : **20** fr.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 4. N° 494. Samedi 28 Novembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : Station thermo-minérale et hivernale de Dax *(planche V)*, p. 49 ; G. Petit. — **Travaux publics** : L'asphaltage de la place du Parvis-Notre-Dame, p. 50 ; F. Desquiens. — **Chimie industrielle** : Fabrication des poudres et explosifs nitrés. Acides et sous-produits *(suite)*, p. 51 ; P.-F. Chalon. — **Etudes et travaux parlementaires** : Le travail des agents et la sécurité des voyageurs dans les chemins de fer, p. 53 ; G. Latouche. — **Chemins de fer** : Statistique des accidents de chemins de fer *(suite)*, p. 54 ; V. Turquan. — **Variétés** : La pêche à la dynamite, p. 57. — **Sciences** : Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques, p. 58 ; Paul Terrier. — Sur la mécanique des phénomènes naturels, les lois physiques et les systèmes absolus d'unités *(suite)*, p. 59 ; Clavenad. — **Etudes économiques** : Revue des questions ouvrières, p. 61 ; Max Duchanoy. — **Informations** : Ecole centrale d'architecture (ouverture des cours pour l'exercice 1891-92), p. 63 ; — Association des chimistes de sucreries et de distilleries, p. 63 ; — Le chemin de fer transcaspien, p. 63.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 6 novembre 1891, p. 64 ; P. Jannettaz. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 22 octobre 1891, p. 64.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 64.

Planche V : Établissement de Dax-Salin-Thermal, à Dax (Landes).

CONSTRUCTIONS CIVILES

STATION THERMO-MINÉRALE ET HIVERNALE DE DAX

(Planche V.)

Les sources d'eaux minérales ou thermales constituent une véritable richesse pour la contrée qui les possède, car elles donnent généralement lieu à un grand mouvement de malades et de voyageurs qui viennent chercher la santé sur les territoires où elles se trouvent. On peut se rendre facilement compte de l'importance commerciale que peut prendre une source minérale, lorsque l'on considère que la statistique dressée en 1881 accuse, pour les stations de la France entière, un chiffre de 221 000 personnes ayant fréquenté ses différentes stations. Aussi, lorsqu'une région a la bonne fortune de posséder des eaux curatives, on comprend avec quel soin jaloux elle s'efforce d'y attirer les visiteurs par des installations luxueuses et confortables qui les retiennent le plus longtemps possible.

Tel est le cas de la ville de Dax (Landes), dont les eaux thermales jouissent depuis la plus haute antiquité d'une grande réputation. Déjà sous la domination romaine, elle avait pris rang parmi les stations les plus recherchées, et son nom, originaire de *Aquæ Augustæ*, lui vient des thermes impériaux qu'on y avait installés lorsque l'empereur Auguste y conduisit sa fille Julie. Jalouse de conserver sa vieille renommée, la ville de Dax a pensé non seulement à profiter des sources thermales qu'elle possède, mais aussi à leur adjoindre des bains salés, qu'elle peut produire assez abondamment pour satisfaire à une clientèle nombreuse.

Grâce en effet à des gisements considérables de sel gemme dont on tire aujourd'hui annuellement 700 000 à 800 000 tonnes de sel, l'usine qui exploite ce banc considérable est à même de fournir une énorme quantité d'eaux-mères, dont les propriétés curatives, comme bains, sont connues. Ces eaux-mères, analysées par M. Ed. Wilm,

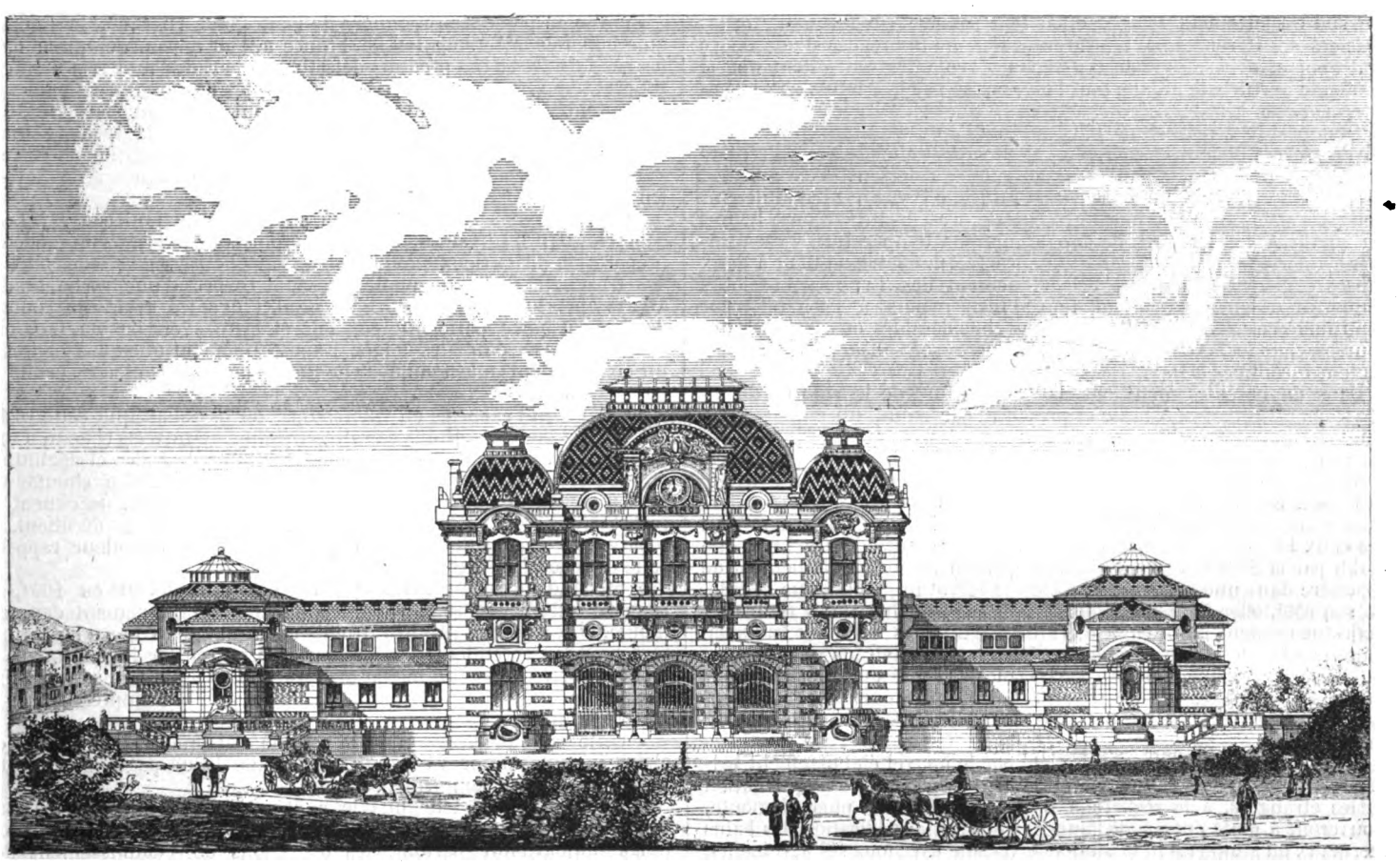


Fig. 1. — Vue générale de l'établissement en construction pour la station thermo-minérale de Dax (Landes).

professeur à la Faculté des Sciences de Lille, présentent la composition suivante par litre :

Chlorure de sodium	292gr562
Chlorure de magnésium	3gr035
Chlorure de potassium	4gr470
Chlorure de lithium	traces
Bromure de magnésium	traces
Iodure de sodium	traces
Sulfate de sodium	2gr876
Sulfate de potassium	3gr125
Sulfate de magnésium	1gr674
Sulfate de calcium	2gr606

Ces eaux, on le voit, renferment des principes actifs très précieux ; utilisées comme bains, elles rendront certainement de grands services à la thérapeutique, en même temps qu'elles offriront un débouché lucratif à l'exploitation des importantes salines ; la Société, formée sous le nom de *Dax-Salin-Thermal*, a résolu, en les utilisant de cette

Digitized by Google

façon, un problème fort intéressant, à la fois scientifique, industriel et commercial. Aussi a-t-elle rapidement trouvé les éléments nécessaires pour mener à bonne fin cette entreprise.

La Ville, tout d'abord, lui a concédé le vieux château et ses dépendances, sous la condition que la Société construirait sur ces emplacements un établissement de bains salés, sans hôtel, avec ou sans casino, d'une valeur approximative de 300 000 francs, et de vastes jardins se confondant avec ceux de l'établissement thermal déjà installé.

C'est sur ces bases que la Société a dirigé ses études et a ouvert un concours public entre les architectes français pour la présentation d'un projet complet de vaste établissement de bains salés avec casino. Ainsi qu'on en peut juger par les dessins que nous joignons à cette notice (fig. 1 et pl. V), rien n'a été ménagé pour assurer au nouvel établissement le luxe et le confort que les visiteurs et les malades réclament actuellement dans les stations balnéaires. Devançant l'heure des travaux et même celle de l'adjudication, qui n'a eu lieu que le 27 juin dernier, le Président de la République a bien voulu, lors de son passage, au mois de mai dernier, poser la première pierre du futur édifice.

Il était important, dans cette exploitation nouvelle, de réunir toutes les qualités d'un établissement modèle, car il doit être accessible en toute saison de l'année. Le climat de Dax le permet, en effet. Cette ville étant moins rapprochée des Pyrénées que Pau, son climat hivernal en éprouve une heureuse influence et ne fait qu'y gagner; plus éloignée de l'Océan qu'Arcachon, et surtout que Biarritz, elle est à l'abri des coups de vent du sud-ouest parfois si violents dans les tempêtes du golfe de Gascogne, car ils sont atténués par la barrière que leur oppose l'épais rideau de pins maritimes qui sépare Dax de la mer, sur une profondeur de trente-cinq kilomètres environ.

D'autre part, au nord, la rive droite de l'Adour étant recouverte également en grande partie de forêts de chênes séculaires et de pins maritimes, qui forment autour de Dax comme une demi-ceinture ou une sorte de croissant, cette station se trouve aussi abritée contre les froides haleines des vents du nord et du nord-est. L'ardeur des vents du sud est fortement tempérée par leur passage sur les neiges et les glaciers des Pyrénées; ils n'arrivent à Dax qu'imprégnés d'une douce fraîcheur et débarrassés de ces vapeurs brûlantes qui jettent une si profonde perturbation dans tout l'organisme par la dépression qu'elles exercent.

Quoique Dax soit situé plus au nord que Pau, sa température hivernale est d'environ 2°5 plus élevée que celle de cette dernière ville, et la moyenne, qui ne descend guère au-dessous de 8° à 9°, est à peu près égale à celle de la température d'Hyères. Si maintenant l'on ne considère que la journée médicale, c'est-à-dire de onze heures du matin à trois heures de l'après-midi, la température y est rarement inférieure à 12°. Cette différence thermométrique tient à deux causes principales: d'abord à l'éloignement des Pyrénées, toujours couvertes de neige pendant tout l'hiver; puis à l'échauffement continuel du sol par les infiltrations considérables et continues des sources chaudes. Aussi la neige et la glace sont-elles presque totalement inconnues à Dax.

Dans de pareilles conditions, la température de la ville et de ses environs reste très constante et présente, par suite, un climat d'une salubrité parfaite.

Mais on sait qu'une station thermale ou balnéaire ne doit pas offrir uniquement au public la ressource de ses eaux curatives. En dehors des malades, il faut compter également les visiteurs, souvent fort nombreux, et qui réclament à la station qu'ils ont choisie, non plus ses eaux bienfaisantes, mais des distractions de toutes sortes. Le casino établi par la Société de Dax-Salin-Thermal permettra certainement de répondre dans une large mesure à ce desideratum, tandis que la ville, de son côté, offre l'agrément de ses vastes promenades des remparts, majestueusement ombragées d'arbres magnifiques, celle des baignots, toute proche, les bords animés du fleuve et ses environs pittoresques. De plus, son voisinage de l'Océan permet de faciles excursions sur le littoral, et sa proximité des Pyrénées offre aux touristes l'agrément des excursions dans une des plus belles chaînes de montagnes du monde entier.

Pour nous résumer, Dax, complété par le nouvel établissement balnéaire, paraît appelé à devenir un centre important de fréquentation où les étrangers, à la recherche d'une température plus clémente, trouveront à toute époque de l'année la puissante médication des bains thermaux ou simplement la station hivernale avec tous ses agréments.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

TRAVAUX PUBLICS

L'ASPHALTAGE DE LA PLACE DU PARVIS NOTRE-DAME

Un beau travail de voirie vient d'être exécuté sur la place du Parvis Notre-Dame, à Paris. Cette vaste place, si magnifiquement encadrée d'édifices grandioses, comme la basilique de Notre-Dame, l'Hôtel-Dieu et la nouvelle Préfecture de police, avait été asphaltée en 1878, sur une simple fondation de macadam, dans des conditions défectueuses, avec des matériaux suspects éliminés, depuis, des cahiers des charges de la Ville de Paris. Les effets n'ont pas tardé à s'en faire sentir et, dans ces dernières années, l'aspect de la place jurait fâcheusement avec l'ensemble des monuments qui l'entourent.

Au commencement de 1891, sur le rapport de M. Caron, le Conseil Municipal vota une somme de 174 000 francs pour la réfection totale des surfaces asphaltées du parvis.

Il n'est pas inutile, pour l'intelligence des détails qui vont suivre, de donner ici, en quelques lignes, l'historique des péripéties traversées par l'asphalte, depuis une dizaine d'années; ces explications ne seront pas sans intérêt, maintenant surtout que l'asphalte a pris une si grande place parmi les éléments d'embellisement des grandes villes.

En 1878, l'entreprise des travaux d'asphalte de Paris, dont la Compagnie générale des asphaltes de France était alors, comme aujourd'hui concessionnaire, étant venue à fin de bail, le Conseil Municipal décida que la construction et l'entretien des chaussées asphaltées seraient mis en adjudication.

Mettre en adjudication une espèce de travaux dans laquelle tout était encore à peu près inconnu, méthodes et matériaux, semblait une résolution bien imprudente; on ne tarda pas à le reconnaître. En effet, grâce à des rabais extravagants, une Société française financière se trouva, durant cinq années, titulaire de l'entreprise retirée à la Compagnie générale des asphaltes de France. Nous n'entrerons pas dans le détail des malfaçons qui suivirent cette substitution; disons seulement qu'à la suite d'une banqueroute retentissante et de la disparition de son gérant, la Société en question dut abandonner les travaux d'entretien, après avoir construit ou réfectionné environ 200 000 mètres carrés d'asphalte comprimé, que la Compagnie des asphaltes de France, rappelée depuis par l'administration municipale et remise en possession de l'entreprise, a dû remplacer entièrement par les asphaltes naturels provenant de ses propres mines. Cette reconstitution n'est pas encore terminée à l'heure qu'il est.

Les aires asphaltées laissées par la Société Française Financière étaient construites avec des minerais impropres à cet usage, tels que ceux de Lobsann, d'Auvergne, et même avec des mixtures artificielles, des mélanges incohérents de chaux, de sable et de pétrole; il suffisait de quelques mois pour réduire les surfaces en bourbiers. La leçon a été dure; le budget municipal porte encore la cicatrice des millions que cette école a coûtés à la Ville.

Remise en possession régulière de l'entreprise en 1883, la Compagnie générale des Asphaltes de France a, peu à peu, remplacé dans les rues de Paris ces produits défectueux, par des minerais authentiques et appropriés à leur destination. Après des études spéciales qui remontent à plus de trente ans, et n'ont jamais été interrompues, elle a arrêté définitivement son choix sur un mélange de roches asphaltiques de Seyssel, avec des minerais de Mons (Gard) ou de Ragusa (Sicile). Ces derniers sont destinés à apporter au minerai de Seyssel leur excédent de bitume.

Nous extrayons du livre publié sur l'asphalte (1), par M. Léon Malo, les lignes suivantes, qui résumeront pour le lecteur le mode de préparation du curieux produit qu'on appelle *l'asphalte comprimé*.

« L'asphalte de bonne qualité présente l'aspect d'une roche tendre à la température de l'été, dure pendant l'hiver; à grain fin couleur de chocolat foncé, parfois tigrée, noir et brun. Vers 50° ou 60°, elle se laisse écraser entre les doigts. Exposée pendant quelques heures à un soleil ardent, elle tombe d'elle-même en une poussière brune et onctueuse.

» Quand on l'examine au microscope, on reconnaît que cette roche est formée de petits grains calcaires très fins, recouverts chacun d'une mince pellicule de bitume, analogue au bitume de Judée et agglutinés entre eux par l'intermédiaire de cette pellicule. Si l'on chauffe un petit morceau de cette matière, le bitume qui lui sert de ciment se ramollit et perd sa force agglutinante; les molécules se décollent, se séparent et s'éparpillent en une poussière dont la couleur rappelle celle du chocolat foncé.

» Si, tandis qu'elle est encore à la température de 80° ou 100°, on ramasse cette poussière et si on la comprime énergiquement dans un moule, elle reprend, par le refroidissement sous sa nouvelle forme, sa consistance première. On peut d'ailleurs, répéter indéfiniment la même expérience sur la même matière, qui, chaque fois se ramollira par la chaleur pour se solidifier ensuite par la compression et le refroidissement.

» Cette singulière propriété a donné naissance au système de chaussée aujourd'hui si répandu dans toute l'Europe et connu sous le nom d'asphalte comprimé. »

Dans la pratique, telle qu'elle a été créée de toutes pièces par la Compagnie générale des Asphaltes de France et telle qu'elle est en usage aujourd'hui partout, les opérations de l'établissement des chaussées en asphalte comprimé se décomposent ainsi :

Le broyage de la roche; — le chauffage de la poudre; — le transport de la poudre chaude à pied d'œuvre; — l'étendage; — le réglage; — le pilonnage; — le roulage.

Nous ne pouvons reproduire ici la description très détaillée que le livre de M. Malo donne de ces diverses phases de l'opération; nous nous bornerons à en donner un rapide résumé.

Le broyage des blocs de minerai extrait des gisements, se fait au moyen de cylindres dentés, marchant à des vitesses inégales, qui déchirent la pierre et la mettent en morceaux de la grosseur moyenne d'un œuf. Ces morceaux passent ensuite par des broyeurs système Carr, marchant à 600 tours à la minute, puis, par des tamis qui rejettent la poudre réduite à une grande finesse.

Cette poudre est élevée à une température de 120 ou 130° dans de grands cylindres tournants analogues au brûloir à café. Puis elle est chargée dans des tombereaux en tôle, à double enveloppe, et trans-

(1) L'asphalte, son origine, sa préparation, ses applications; 2e édition, par Léon Malo. Librairie Polytechnique de Baudry et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

portée sur l'emplacement où elle doit être employée. Elle peut ainsi être conduite à des distances de 8 ou 10 kilomètres sans perdre plus de 2 ou 3 degrés de sa température.

La surface à asphalter a été préalablement revêtue d'un lit de béton de ciment de Portland de 15 à 20 centimètres d'épaisseur. Sur ce lit, lorsqu'il est bien pris, on répand la poudre d'asphalte chaude sur la hauteur nécessaire pour que, après la compression, la couche asphaltique ait l'épaisseur prévue. Pour avoir 5 centimètres de *comprimé*, on étend 8 centimètres de poudre.

On règle la surface, et par conséquent l'épaisseur de la poudre, d'abord avec le râteau, ensuite au moyen d'une grande règle en bois glissant sur des guides de la hauteur voulue dans un plan parallèle à la surface de béton.

Le pilonnage est effectué au moyen de pilons ronds en fonte, de 15 à 20 centimètres de diamètre, par une bande de quinze ou vingt hommes marchant l'un à côté de l'autre et frappant énergiquement la couche d'asphalte tandis qu'elle est encore chaude. On lisse ensuite la surface avec une plaque de fonte carrée, fixée à un manche et préalablement chauffée.

Enfin, quelques minutes après, un rouleau, chauffé intérieurement au moyen de fourneaux mobiles et traîné par deux hommes, achève de donner à l'asphalte ce qu'on peut appeler la compression primitive. On laisse aux roues des voitures le soin d'achever la compression normale, après que la chaussée a été livrée à la circulation.

Ce sont ces diverses opérations qui sont représentées dans la figure 1 ci-dessus. On voit, dans le fond, sur le point le plus rapproché de la cathédrale, les bétonniers occupés à préparer, à poser et à régler la fondation en ciment de la chaussée. Vers le milieu de la place, une bande d'asphalte est à l'étendage ; les pilons chauffent dans leurs fourneaux ; les *serces* destinées au réglage de la poudre sont en place : les chefs d'équipe, avec leur râteau, se préparent à régulariser son épaisseur. Enfin, sur le premier plan est l'équipe de comprimateurs et, en face le rouleau compresseur.

Le travail que montre cette gravure est le plus considérable ouvrage d'asphalte qui ait été exécuté sur une surface d'un seul tènement. Il a fallu, pour la mener à bien, un matériel et un personnel spéciaux que seule la Compagnie générale des Asphaltes de France était capable de fournir, et elle a pu le faire sans désorganiser ses ateliers ordinaires.

La surface à asphalter mesurait en effet 8 700 mètres carrés. Elle a exigé l'emploi d'environ 1 000 tonnes d'asphalte et 3 000 tonnes de béton.

Ce béton a été composé de ciment Portland de Boulogne et de caillou extrait de l'ancien macadam de la place du Parvis-Notre-Dame, passé à la claie, lavé à grande eau et réemployé.

Les travaux ont été exécutés sous la surveillance immédiate de M. Cognon, conducteur principal des Ponts et Chaussées, et sous la direction de MM. Monmerqué, Ingénieur des Ponts et Chaussées, et Boreux, Ingénieur en chef de la 2e division des travaux de Paris.

Il convient de rappeler ici, à propos de cette application de l'asphalte, que si les Parisiens jouissent encore du bénéfice de ce système de chaussée, si propre, si doux, si insonore et surtout si remarquablement hygiénique, c'est aux Ingénieurs du service municipal qu'ils le doivent. Après la débâcle de 1883, un courant bien naturel d'hostilité avait remplacé à son égard, dans la population parisienne, la faveur dont le système avait joui si longtemps. Naturellement, l'opinion publique ne savait, et ne pouvait discerner les véritables causes et les vrais coupables de l'échec subi. C'est grâce à la persistance des Ingénieurs, appuyés sur la haute autorité de M. Alphand, grâce à la fermeté de M. Huet, sous-directeur des travaux de Paris, et aussi de M. de Tavernier, Ingénieur en chef de la 1re division, que ce considérable élément d'amélioration a été conservé à la voirie parisienne.

Fig. 1. — Vue des travaux pour la réfection des surfaces asphaltées de la place du Parvis-Notre-Dame, à Paris.

En voyant l'œuvre accomplie sous leurs ordres depuis dix ans par la Compagnie générale des Asphaltes de France, on doit se féliciter qu'ils n'aient pas cédé alors au mouvement irréfléchi qui, s'il eût été suivi par eux, eût privé la capitale de l'une de ses plus précieuses sources d'embellissement et d'assainissement.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

CHIMIE INDUSTRIELLE

FABRICATION DES POUDRES ET EXPLOSIFS NITRÉS

Acides et sous-produits.

(Suite[1].)

II. Séparation et concentration des acides mélangés. — Pour préparer la nitroglycérine, les nitrocelluloses et en général les hydrocarbures nitrés, on emploie un mélange en proportions convenables d'acides sulfurique et nitrique concentrés ; quand la nitration est terminée, il reste de 70 à 80 % d'acides non utilisés.

La récupération de ces acides, à un état de concentration suffisant pour qu'ils puissent servir à nouveau, constitue l'opération la plus difficile des fabriques de matières explosives.

On a d'abord essayé, sans grand succès, l'emploi des *colonnes dénitrantes*. Le mélange sulfonitrique est déversé dans une tour,

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 3, p. 39.

Digitized by Google

remplie de morceaux de silex, à la base de laquelle on injecte de la vapeur d'eau. Les vapeurs nitreuses qui se produisent sont condensées dans dix ou douze touries en grès; et l'acide sulfurique est recueilli après avoir traversé une tour à coke. Or, l'opération la mieux conduite ne permet pas de recueillir l'acide sulfurique à un degré de concentration supérieur à 50° B.; quant à l'acide nitrique, on en récupère environ 25 %, mais à un état tellement dilué, 16 à 24° B, qu'il n'a, pour ainsi dire, plus de valeur commerciale.

Un semblable appareil, traitant 4 000 kilogr. d'acides mélangés en 10 heures, et comprenant une tour en poterie de 4 mètres de hauteur et 0m40 de diamètre, un injecteur Kœrting, trois bacs en fer doublés de plomb, une colonne en fonte de 0m80 de diamètre et 8 mètres de hauteur, et dix touries en grès, avec les accessoires, coûte au minimum 10 000 francs.

Il est facile de voir que les résultats obtenus ne répondent pas à une telle dépense, sans compter que le problème n'est résolu qu'en partie et très imparfaitement.

Dans un autre ordre d'idées, on a cherché à utiliser immédiatement le mélange sulfonitrique, en l'employant à la fabrication de certains produits de vente facile, tels que le sulfate de cuivre, le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de fer, les superphosphates, le plâtre de chaulage, etc.

Mais ces manipulations, outre qu'elles sont peu rémunératrices, ont l'inconvénient de constituer autant d'industries annexes et de compliquer singulièrement la marche de l'industrie principale, celle des poudres et explosifs.

Il est certain que la solution la plus rationnelle est celle qui permettrait de séparer les deux acides et de les utiliser ensuite pour une nouvelle nitration; de telle sorte que l'acide sulfurique pût, pour ainsi dire, effectuer un roulement continuel, déduction faite, bien entendu, des pertes inévitables, et que l'acide nitrique, dont la valeur marchande est considérable, fût utilisé en totalité pour les nitrations.

Cette solution a été trouvée par M. Négrier, qui a eu l'heureuse idée d'appliquer à sa réalisation le principe du four de concentration que nous avons déjà décrit (1), mais avec les modifications que comporte ce nouveau genre de service.

Pour nous rendre compte de l'importance de l'opération dont il s'agit, examinons les résultats d'une nitration. Prenons, par exemple, le cas de la nitroglycérine, et supposons une cuve de nitration assez grande pour traiter 85 kilogr. de glycérine par 750 kilogr. d'acides mélangés.

En admettant un rendement de fabrication moyen, il se forme 170 kilogr. de nitroglycérine qui correspondent à :

Glycérine	kilogr.	68 90
Acide nitrique		141 50

De sorte que la cuve de nitration contient, quand l'opération est terminée, les produits suivants (2) :

Nitroglycérine	kilogr.	170 »
Glycérine libre ou dissoute		16 »
Acide nitrique		118 50
Acide sulfurique		490 »
Eau		40 40

Il y a, par conséquent, 608 kilogr. d'acides sur 750 qui n'ont pas été utilisés et qui comprennent la totalité de l'acide sulfurique et 45 % en poids de l'acide nitrique du mélange primitif.

Si l'on considère que l'acide nitrique vaut 60 francs les 100 kilogr. et l'acide sulfurique 10 francs, on voit, par un calcul simple, que la valeur des acides non employés représente 60 % de la valeur totale du mélange sulfonitrique.

Or, voici comment M. Négrier est parvenu à récupérer ces acides à l'état concentré.

L'ensemble de son *appareil de dénitration* comprend trois fours à foyers distincts (fig. 1).

Un premier four A, divisé par une cloison réfractaire en deux compartiments séparés, et portant seize capsules en porcelaine, reçoit par deux siphons en plomb les acides emmagasinés dans le réservoir M. Il est chauffé par un foyer latéral F, et les chambres de vapeurs sont recouvertes par des dalles jointives en pierres de Volvic.

Les capsules reposent, comme dans le four de concentration précédemment décrit, sur des plaques de fonte munies de poches ou cuvettes.

Les vapeurs d'acide nitrique qui se dégagent sont amenées, par deux conduits NN, dans une batterie de condensation composée de deux rangées de touries ou tuyaux en grès EE, et l'acide condensé s'écoule dans les réservoirs RR. Les dernières vapeurs nitreuses traversent, avant de s'échapper par la cheminée, une tour à silex T à la partie supérieure de laquelle on fait couler des acides faibles.

L'acide sulfurique qui a traversé le premier four s'écoule dans un double réservoir en plomb, chauffé à l'air libre, au moyen duquel on peut contrôler à tout moment la marche de l'opération, soit en observant la coloration des liquides, soit en faisant l'analyse de quelques échantillons. De là, il passe dans deux fours séparés BB, à double rangée de capsules en porcelaine. Les vapeurs qui se dégagent sont un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique faible; on les recueille par un conduit unique en porcelaine dure dans des condenseurs D.

Finalement, l'acide concentré qui coule des capsules les plus basses est dirigé dans des réfrigérants CC convenablement disposés. Les tuyaux d'amenée sont en porcelaine; ils plongent dans le liquide chaud afin de prévenir les rentrées de vapeurs acides.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 39.

(2) *Traité des explosifs modernes* et *Dictionnaire des poudres et explosifs*, 2e édition, p. 80.

Le mélange contenu dans le réservoir de débit M présente la composition suivante :

Acide sulfurique, en monohydrate	72 à 75 %
Acide nitrique, en monohydrate	10 à 15
Vapeurs nitreuses	3 à 4
Eau	10 à 15
Résidu fixe, environ	1

Dans le premier four, où se produit surtout l'évaporation de l'acide nitrique, il importe de ne pas trop pousser le feu, afin de ne pas vaporiser l'eau qui diluerait l'acide recueilli; c'est pourquoi il convient de pousser la température entre 94 et 100° C., en prenant bien soin de ne pas dépasser cette limite.

Les traces de nitroglycérine qui pourraient se trouver dans le mélange sulfonitrique sont vaporisées sans risque par suite du chauffage lent du premier four; peut-être même sont-elles décomposées avec formation de vapeurs nitreuses; en tout cas leur présence ne constitue aucun danger immédiat.

Le liquide qui s'écoule dans les fours BB n'est pas complètement dénitré, mais les vapeurs nitreuses qu'il émet encore sont entraînées et condensées avec les petites eaux sulfuriques dans le réfrigérant D.

Le feu est poussé plus activement dans ces deux fours, et l'acide qui en sort est concentré à 66° B., dans les mêmes conditions que celui du four ordinaire de concentration.

Il est évident que, dans ce cas également, on peut, en réglant

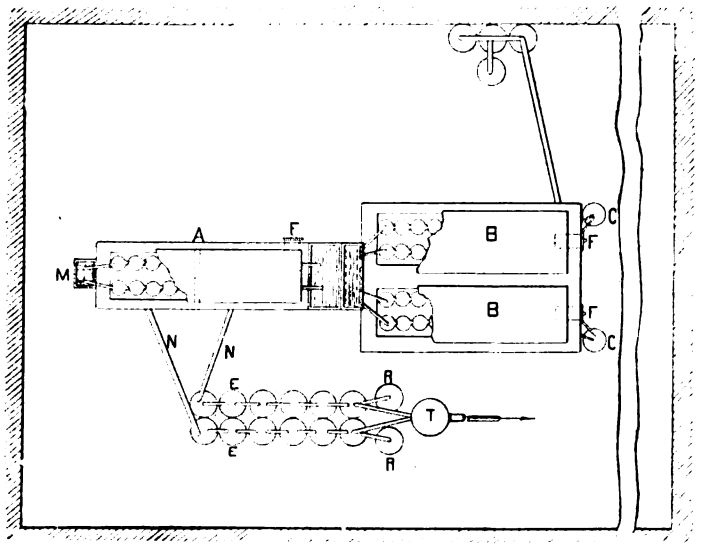


Fig 1. — Appareil de dénitration, système Négrier.

convenablement le débit des siphons de distribution, concentrer l'acide sulfurique à tel degré que l'on veut entre 60 et 66° B.; mais il y a toujours avantage à préparer un acide fort, utilisable pour les nitrations.

Avec l'ensemble des appareils qui précèdent et qui constituent la *dénitrante* de M. Négrier, on récupère à peu près entièrement les acides sulfurique et nitrique à l'état d'acides concentrés, c'est-à-dire marquant l'un 66, l'autre 48° B. Les pertes, qui sont presque nulles pour l'acide sulfurique, ne dépassent pas 3 % pour l'acide nitrique.

L'opération réussit également bien avec les mélanges acides qui proviennent de la préparation du fulmicoton, des nitrocelluloses solubles, des nitrobenzines, etc., et qui renferment toujours un acide sulfurique concentré à 59 ou 60° B. au moins. Dans tous ces cas, la dépense en combustible est d'environ 20 kilogr. de charbon par 100 kilogr. d'acides traités.

Lorsque l'acide sulfurique du mélange à traiter n'est pas suffisamment concentré, l'acide nitrique obtenu est faible; il faut alors le repasser sur de l'acide sulfurique fort. C'est même une des particularités de l'appareil de permettre une surconcentration d'acides faibles en repassant ceux-ci dans les capsules qui contiennent l'acide sulfurique à titre élevé, comme aussi de décolorer les acides qui renferment une trop grande proportion de vapeurs nitreuses.

La première application de la dénitrante de M. Négrier à la récupération des acides provenant de la préparation de matières explosives a été faite, avec plein succès, à la dynamiterie italienne de Villafranca-in-Lunigiana; et il est probable que cet exemple ne tardera pas à être suivi dans les fabriques de dynamite, de fulmicoton et de poudres sans fumée.

En raison de sa marche continue, régulière et économique, le nouvel appareil peut encore recevoir d'autres applications dans la grande industrie chimique. Il peut, en effet, rendre des services importants toutes les fois que l'on a à séparer des liquides dont les températures d'évaporation sont différentes; il suffit, pour cela, de disposer autant de fours qu'il y a de produits à éliminer l'un après l'autre, le moins volatil se recueillant, au terme des opérations, parfaitement purifié. On établira un fonctionnement régulier et méthodique en organisant convenablement le débit des siphons et réglant les feux de chaque four selon les conditions particulières du liquide à évaporer qui lui correspond.

(A suivre.)

P.-F. Chalon,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Digitized by Google

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

LE TRAVAIL DES AGENTS ET LA SÉCURITÉ DES VOYAGEURS dans les chemins de fer.

La Chambre a été saisie, le 24 novembre 1890, d'une proposition de loi présentée par MM. Mège et Pourquery de Boisserin, relative au travail des agents et à la sécurité des voyageurs sur les chemins de fer.

La Commission du travail, composée de trente-trois membres et présidée par M. Ricard, qui avait été chargée de l'examen de ce projet, a déposé, le 31 octobre dernier, sur le bureau de la Chambre, son rapport dû à la plume de M. Maruéjouls, un de nos députés les plus distingués et dont la compétence est très appréciée au sein des Commissions. Nous allons analyser ce rapport.

Sans entendre méconnaître l'influence de la continuation trop prolongée de travail chez les agents de chemins de fer sur la sécurité des voyageurs, le rapport écarte provisoirement cette question, parce que la Commission du travail est saisie de plusieurs projets de loi, ayant trait à la réglementation générale du travail des ouvriers adultes. Quand cette réglementation générale aura été édictée, on verra alors dans quelles limites elle peut être appliquée aux agents des chemins de fer.

Cette question a d'ailleurs été résolue par la Chambre : le 3 juin 1891, elle a adopté une proposition de loi d'après laquelle le maximum des heures de travail pour les ouvriers de chemins de fer serait provisoirement fixé à douze heures. Mais ce projet, n'ayant pas été adopté encore au Sénat, n'a pas force exécutoire. En attendant cette solution toujours promise et toujours ajournée, les agents se plaignent sans cesse d'avoir des journées trop chargées ; les accidents se multipliant, le public s'est ému et le législateur recherche le moyen de porter remède à cette situation.

La sécurité des voyageurs dépend, dit le rapport, de trois conditions : 1° un bon règlement ; 2° des appareils bien combinés ; 3° la discipline absolue des agents.

A cela, les agents répondent : Les règlements sont bons, mais ils ne sont pas appliqués. Le manque de contrôle et la réduction excessive du personnel, telles sont les causes des catastrophes que l'on a eu à déplorer.

Le contrôle de l'Etat est organisé uniformément sur tous les réseaux.

A la tête de chaque contrôle, se trouve placé un inspecteur général des Ponts et Chaussées ou des Mines, ayant sous ses ordres des Ingénieurs en chef, des Ingénieurs ordinaires des Mines et des Ponts et Chaussées ; chacun de ces Ingénieurs est, en outre, placé à la tête d'un service ordinaire et le contrôle des chemins de fer, en dépit de son importance, n'est pour eux qu'un service accessoire. Les Ingénieurs ont sous leurs ordres des garde-mines ou des conducteurs des Ponts et Chaussées, et les commissaires de surveillance administrative.

Ces commissaires de surveillance, résidant dans les gares importantes, ont notamment pour mission de renseigner les Ingénieurs sur tous les incidents de l'exploitation et de surveiller l'application des lois et règlements. Autrefois données exclusivement à la faveur, ces places ne sont obtenues maintenant qu'après un concours devenu « plus sérieux » depuis trois ans ; mais il s'écoulera un temps très long avant que l'ancien personnel soit renouvelé.

Quant aux conducteurs et garde-mines incorporés dans le contrôle, ils sont peu nombreux et font surtout fonctions de secrétaires de l'Ingénieur pour cette partie de son service.

Le service de contrôle est donc aujourd'hui confié ou à des hommes compétents, mais qui n'ont que peu de temps à y consacrer, ou à des inférieurs incompétents. C'est pourquoi plusieurs députés, auteurs de propositions sur la matière, ont réclamé la création de contrôleurs de la sûreté, résidant dans les gares principales et parcourant à tous moments la section de ligne dont la surveillance leur serait attribuée.

Ce personnel serait pris parmi les chefs ou sous-chefs de dépôts et les mécaniciens en activité ou à la retraite, et serait placé sous les ordres des Ingénieurs au lieu et place des commissaires de surveillance ainsi que des garde-mines et des conducteurs attachés au contrôle.

Ils seraient nommés par le ministre qui déterminerait les conditions de leur admission, le temps pendant lequel ils seraient employés chaque semaine et les émoluments auxquels ils auraient droit.

Plusieurs objections ont été présentées contre ce système. On a dit que les agents de ce service, destinés à être tour à tour contrôleurs et contrôlés, ne conserveraient pas leur indépendance. La Commission du travail a été d'avis que ces agents temporaires, hier et demain camarades des employés, seraient des intermédiaires naturels entre eux et le ministre, pour lui signaler toutes les infractions aux règlements dont ils se plaignent sans cesse. Que si l'on doutait de leur indépendance, parce qu'ils doivent rester au service de la Compagnie, on se rappelera qu'ils sont sous la protection du ministre qui les nomme. Et puis la Commission estime que cet inconvénient d'être tour à tour contrôleurs et contrôlés se retrouve sans aucun correctif dans l'organisation actuelle du contrôle ? N'est-ce pas précisément ce qui se produit pour les Ingénieurs de l'Etat ?

Plusieurs membres de la Commission ont émis l'idée qu'il vaudrait peut-être mieux créer un corps de contrôle de chemins de fer, formant une administration autonome relevant exclusivement de l'Etat ; mais la Commission n'étant saisie d'aucune proposition de ce genre a écarté cette idée.

Elle s'en est tenue au projet qui lui était soumis et a déterminé la mission du *contrôleur de la sûreté*, qui devra prendre connaissance, au dépôt des machines, des registres relatant les incidents du service, vérifier les causes des retards, l'état des machines, la durée du travail imposée aux agents, et en général surveiller l'application des règlements.

Mais, continue le rapporteur, pour que la surveillance des agents secondaires puisse être efficace, il faut que les agents du premier degré, c'est-à-dire les Ingénieurs du contrôle, jouissent d'une indépendance absolue vis-à-vis des Compagnies ; il faut que les Ingénieurs au service de celles-ci n'aient dans le présent et ne puissent avoir dans l'avenir aucune autorité hiérarchique sur ceux qui sont chargés de surveiller leur gestion.

C'est ce qu'avait déjà prévu la Chambre de 1885, en votant un article d'après lequel « tout Ingénieur de l'Etat, attaché à un titre quelconque au service d'une Compagnie de chemin de fer, devait être considéré comme démissionnaire vis-à-vis de l'Etat un an après son entrée dans une Compagnie. »

M. Maruéjouls reproduit in-extenso la partie du rapport sur le projet de loi, voté en 1887, qui a trait spécialement à cette question. Ce rapport émane d'un ancien membre du Parlement, aujourd'hui Ingénieur en chef des Mines.

Autrefois, dit ce rapport, les Ingénieurs entrés au service des Compagnies étaient mis dans la situation de *congé illimité*, leurs titres à l'avancement étant suspendus tant qu'ils ne servaient pas l'Etat ; actuellement, en vertu du décret du 30 octobre 1879, il leur est accordé des congés renouvelables de cinq en cinq ans, congés que l'administration renouvelle d'ailleurs sans difficulté, et leurs services aux Compagnies sont comptés pour leur avancement.

Ce décret avait été rendu, dans la pensée, disait-on, que les Ingénieurs, entrés au service des Compagnies, reprendraient plus volontiers la position d'activité au service de l'Etat. Toutefois, ces Ingénieurs, pour obtenir de l'avancement, devaient avoir le double du temps réglementaire exigé pour les Ingénieurs en activité de service ; il convient de dire qu'en fait, la moyenne du temps que les Ingénieurs, demeurés au service de l'Etat, passent dans chaque grade et chaque classe, est généralement double du temps réglementaire !

Malgré les avantages attribués aux Ingénieurs, qui ont quitté l'Etat pour les Compagnies, en vue de leur faire reprendre place dans le rang et d'obtenir qu'ils rapportent à l'Etat l'expérience acquise au dehors, on n'a rien obtenu sous ce rapport. Le véritable motif de ce décret était le désir des chefs de service des Compagnies d'avoir un grade au moins égal ou supérieur à celui des Ingénieurs du contrôle, afin de se trouver, vis-à-vis du contrôle, sur le pied d'égalité ou de supériorité.

Ce rapport concluait que, pour établir l'indépendance absolue du contrôle, il fallait obliger les Ingénieurs de l'Etat qui passent au service des Compagnies à donner leur démission.

Adoptant cette conclusion, M. Maruéjouls s'exprime ainsi : « Il est évident que l'Ingénieur du contrôle se trouve constamment placé entre son devoir d'un côté et son intérêt de l'autre, ce qui est beaucoup trop ; entre les obligations que lui impose un devoir dont l'exécution doit être rigoureuse pour être efficace, et le respect qu'il doit à des camarades qui lui sont supérieurs par l'ancienneté et par le grade, et sous les ordres desquels il peut être appelé à servir, soit que ceux-ci rentrent au service de l'Etat, soit que lui-même passe au service des Compagnies. Ces perplexités, très humaines, se répercutent de proche en proche chez tout le personnel, qui ne se sentira vraiment libre et protégé que lorsque tout lien sera rompu entre le contrôle et les Compagnies. »

La Commission a adopté en conséquence un article ainsi conçu :

« Tout Ingénieur de l'Etat attaché à un titre quelconque au service d'une Compagnie de chemins de fer sera considéré comme démissionnaire. »

Le délai d'option entre le service des Compagnies et celui de l'Etat est porté de un an à trois ans.

La Commission s'est demandé ensuite si quelques prescriptions nouvelles ne devaient pas être édictées pour donner au personnel des Compagnies et au public les garanties de sécurité qu'ils peuvent exiger.

On s'est plaint souvent que les Compagnies employassent parfois les *nettoyeurs* comme *chauffeurs* et les *chauffeurs* comme *mécaniciens* : la Commission a introduit dans le projet de loi un article exigeant de ces agents des conditions de capacité constatées par un fonctionnaire du contrôle.

Le rapporteur indique ensuite pourquoi la Commission du Travail a écarté une disposition législative qui aurait fait remonter au chef de service la responsabilité d'un accident ayant pour cause la fatigue de l'agent, ainsi qu'un article qui rendait passible des peines édictées par l'article 19 de la loi de 1845 les chefs d'exploitation, en cas d'accidents, provoqués par les retards provenant de la lenteur dans le chargement ou le déchargement, si ces retards étaient dus à l'insuffisance du personnel ; à son avis, la solution de ces questions se trouve dans la création d'un contrôle efficace.

PROJET DE LOI

ARTICLE PREMIER. — Il sera adjoint à chaque Ingénieur du contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer, indépendamment de ses auxiliaires actuellement en fonctions, des « contrôleurs de sûreté » chargés de la surveillance du matériel, de la durée du travail imposé aux agents et de tout ce qui intéresse la sécurité. Ces contrôleurs seront pris au concours parmi les chefs ou sous-chefs de dépôt et les mécaniciens ayant au moins cinq ans de service, et parmi les employés de l'exploitation en activité de service ou à la retraite.

ART. 2. — Ces agents seront nommés par le Ministre des Travaux publics, qui déterminera les conditions d'admission, le temps pendant lequel ils seront employés chaque semaine, et les émoluments auxquels ils auront droit, et qui seront pris sur les fonds du contrôle.

ART. 3. — Le « contrôleur de la sûreté » devra prendre connaissance, au dépôt des machines, des registres relatant les incidents du service, vérifier les causes des retards, les excès de charge et de vitesse, l'état des machines,

Digitized by Google

la durée du travail imposé aux agents, et en général surveiller l'application des règlements.

Il dressera au moins une fois par semaine et transmettra, par l'Ingénieur du contrôle, un rapport au Ministre des Travaux publics.

ART. 4. — Tout Ingénieur de l'Etat attaché à un titre quelconque au service d'une Compagnie de chemins de fer sera considéré comme démissionnaire vis-à-vis de l'Etat trois ans après y être entré.

Le même délai d'option sera accordé aux Ingénieurs de l'Etat actuellement au service des Compagnies.

ART. 5. — Nul ne peut être admis à la conduite des trains ou à la manœuvre des aiguilles sans être muni d'un certificat d'aptitude délivré par l'Ingénieur assisté de deux contrôleurs de la sûreté.

Les conditions d'admissibilité seront déterminées par arrêté ministériel.

G. LATOUCHE.

CHEMINS DE FER

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE CHEMINS DE FER

(Suite [1].)

Nous avons examiné, dans la première partie de cette étude, les accidents de chemins de fer qui ont été signalés pendant la période juillet-octobre de cette année, au point de vue de leur nombre par Compagnie, et du nombre de leurs victimes. Nous avons démontré que les accidents qui ont occasionné des morts, ou fait des blessés, sont relativement rares, et que la plupart se bornent à des dégâts matériels d'importance diverse. Aujourd'hui, nous nous occuperons plus spécialement de la classification des accidents de chemins de fer, d'après leur nature, et aussi d'après la date et le jour de la semaine auxquels ils se sont produits.

III. **Nature des accidents.** — On sait combien peut être variée la nature des accidents de chemins de fer. Le déraillement est, bien entendu, la forme la plus fréquente, mais un train est exposé à bien d'autres dangers : il peut être tamponné par un autre train, ce qu'on est convenu d'appeler maintenant collision, il peut être pris en écharpe par un autre train, à la suite d'un faux aiguillage ; il peut rompre un pont, être surpris par un éboulement, dans une tranchée ou dans un tunnel ; il peut tamponner des véhicules, des animaux dans les passages à niveau et dérailler par suite de la secousse éprouvée, etc.

Nous allons examiner successivement, avec quelques détails nécessaires, chacune des catégories qui ont été déterminées par le classement méthodique des sinistres auquel nous nous sommes livré d'après les documents fournis par l'enquête; néanmoins, nous croyons devoir donner d'abord une vue d'ensemble indiquant le nombre d'accidents ayant fait ou des victimes, ou simplement des dégâts matériels, par Compagnie :

Classification générale des sinistres par Compagnie et par nature d'accident.

	Nord	Est	Ouest	Orléans	P.-L.-M.	Midi	Etat	Totaux
Causes diverses	»	»	»	»	5	1	»	6
Prises en écharpe	2	»	2	2	3	1	4	14
Chocs, tamponnements de véhicules, heurtoirs	2	2	3	4	8	2	2	23
Voitures en dérive	»	»	»	»	2	»	»	2
Collisions ou accidents qualifiés tels	13	4	5(1)	5	6	4	1	38
Déraillements non autrement spécifiés	3	4	1	4	8(2)	3	2	27
Déraillements de machine	6	»	»	3	5	»	1	16
— de tender	»	»	»	»	»	»	2	2
— d'un seul wagon	2	»	1	3	8	2	5	21
— d'un fourgon	1	»	»	»	1	»	2	4
— de deux wagons	1	»	2	1	»	»	3	7
— de trois wagons	»	1	2	1	»	1	»	5
— de quatre wagons	1	»	»	3	»	»	»	4
— de cinq wagons	1	»	»	»	1	»	»	2
— de sept wagons	»	1	»	»	»	»	»	1
— de huit wagons	»	»	»	»	1	»	»	1
— de trains ou spécifiés comme tels	3	»	2	»	4	1	1	11
TOTAUX	35	12	21	26	52	15	23	184

(1) Y compris une collision sur le chemin de fer de Grande-Ceinture (Courcelles).
(2) Y compris un déraillement en Corse.

Une remarque intéressante peut être faite après l'examen de ce 2me ta-

Répartition des accidents d'après leur nature.

Compagnies.	Collisions		Tamponnements, chocs, heurtoirs, etc.		Déraillements		Prises en écharpe		Divers, éboulements, etc.	
	ayant causé des victimes.	ayant causé des avaries matérielles.	ayant causé des victimes.	ayant causé des avaries matérielles.	ayant causé des victimes.	ayant causé des avaries matérielles.	ayant causé des victimes.	ayant causé des avaries matérielles.	ayant causé des victimes.	ayant causé des avaries matérielles.
Nord	8	4	2	1	2	16	»	2	»	»
Est	2	1	1	1	2	5	»	»	»	»
Ouest	2	3	2	2	1	9	1	»	»	1
Orléans	1	5	2	2	2	12	3	1	1	»
Paris-Lyon-Méditerranée	2	5	4	5	3	28	»	2	1	1
Midi	2	2	»	»	3	5	»	1	»	1
État	1	»	2	»	»	15	»	5	»	»
TOTAUX	18	20	11	12	13	90	4	11	2	3

D'après ce tableau, on voit que les accidents ayant fait des victimes sont beaucoup plus fréquents parmi les collisions que parmi les autres, et que, toute proportion gardée, les tamponnements, chocs de heurtoirs, sont tout aussi dangereux pour la sécurité des voyageurs. Quant aux déraillements proprement dits, il est rare qu'ils fassent des victimes; il en est de même des prises en écharpe.

Quant aux accidents divers, comme : écroulement de pont, éboulement de rochers, explosion de chaudière, ils sont rares, mais presque toujours meurtriers.

Considérés suivant la Compagnie qu'ils ont frappée, les accidents semblent ne pas s'être répartis d'une façon égale : les déraillements ont été plus particulièrement fréquents dans le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, dans celui du Nord et dans celui de l'Etat. Cela provient-il d'un mauvais état de la voie ou de la négligence du personnel ? nous ne pouvons le dire, mais toujours est-il que sur les 103 déraillements que nous avons relevés, 14 ont eu pour cause spécifiée expressément, un faux aiguillage. Notons en passant une particularité singulière, qui semble entrer quelque peu en ligne de compte parmi les causes de déraillement : quatre ou cinq fois un bœuf s'est trouvé devant un train en marche, et le choc produit par le tamponnement a déterminé le déraillement. Comment ce genre d'accident peut-il se produire aussi fréquemment, alors que la voie est gardée sur toute sa longueur par des palissades continues ? Cela se comprendrait mieux certainement en Amérique, dans le Transpacifique par exemple, où la voie est complètement libre et accessible aux bestiaux. De plus, un bœuf ou un taureau se trouvant sur la voie suffit donc pour faire dérailler un train, alors qu'un cheval, qu'une voiture se trouvant par mégarde sur le passage à niveau, n'a jamais occasionné, à notre connaissance, de déraillement ?

Le tableau précédent donne des renseignements généraux, et détermine la part des accidents qui ont fait des victimes. Voici maintenant le détail des accidents, classés par catégorie de sinistre, dans chacune des Compagnies. Les trains ou voitures en dérive ont été distingués : il y en a eu deux cas sur le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, et tous les déraillements ont été classés, autant qu'il nous a été possible de le faire, d'après les documents qui étaient en notre possession, par groupe, suivant l'importance du déraillement : une machine, un tender, un fourgon, un wagon, deux wagons, trois wagons, quatre wagons, et ainsi de suite.

Bleau : en mettant de côté les 27 déraillements non autrement spécifiés, sur lesquels des détails concernant le nombre de voitures mises hors de rails manquent, on voit que le nombre des déraillements est en raison inverse du nombre des voitures déraillées. Ainsi 22 machines, tenders ou fourgons sont sortis hors des rails, dans vingt et un cas un seul wagon a déraillé, sept fois seulement le déraillement a porté sur deux wagons, cinq fois sur trois wagons à la fois, quatre fois sur quatre wagons à la fois, deux fois sur cinq wagons, une fois sur sept wagons, et une fois sur huit wagons. Onze fois le train entier a déraillé, soit une fois sur dix seulement.

Quoi qu'il en soit, si le déraillement est de beaucoup l'accident le plus fréquent, il est loin d'être le plus meurtrier. Le tableau ci-après en donne bien la preuve.

D'après ces chiffres, les collisions, qui se sont produites au nombre de 38, n'ont pas fait moins de 392 victimes, dont 53 morts, soit en moyenne 10 ou 11 victimes par accident, tandis que 23 tamponnements et chocs ont produit 26 victimes, soit à peine une par accident, et que 100 déraillements n'ont fait que 77 victimes. Aussi cette remarque confirme-t-elle pleinement l'observation que nous avions faite plus haut, à savoir que la collision est beaucoup plus meurtrière que le déraillement.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 43.

Digitized by Google

Répartition des victimes par nature d'accident.

Compagnies	Collisions			Tamponnements			Prises en écharpe			Déraillements			Divers			Totaux		
	Blessés	Morts	Totaux	Blessés	Morts	Totaux	Blessés	Morts	Totaux	Blessés	Morts	Totaux	Blessés	Morts	Totaux	Blesses	Morts	Totaux
Nord	73	3	76	2	1	3	»	»	»	7	»	7	»	»	»	82	4	86
Est	222	49	271	3	»	3	»	»	»	5	»	5	»	»	»	230	49	279
Ouest	8	»	8	9	»	9	4	»	4	3	1	4	»	»	»	24	1	25
Orléans	5	1	6	»	»	»	»	1	1	11	2	13	»	»	»	16	4	20
Paris-Lyon-Méditerranée	5	»	5	8	3	11	10	»	10	27	3	30	8	»	8	58	6	64
Midi	25	»	25	»	»	»	»	»	»	18	»	18	2	1	3	45	1	46
État	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1
TOTAUX	339	53	392	22	4	26	14	1	15	71	6	77	10	1	11	456	64	520

Il ne sera pas sans intérêt de fournir ci-après la statistique complète des accidents de chemins de fer classés par nature de sinistre; nous indiquons, en même temps que chaque accident, le jour et le lieu auxquels il s'est produit.

STATISTIQUE GÉNÉRALE DES ACCIDENTS QUI ONT ÉTÉ RELEVÉS PENDANT LA PÉRIODE JUILLET-OCTOBRE 1891, CLASSÉS D'APRÈS LEUR NATURE

Causes diverses.

P.-L.-M.	Rupture d'un essieu, déraillement de la machine (Cesson-Melun, 8 octobre)	1
P.-L.-M.	Rupture d'un ressort de suspension, déraillement (13 septembre, kilom. 320)	1
P.-L.-M.	Rupture d'un essieu, déraillement de voitures (13 septembre, Nevers et Saincaize)	1
P.-L.-M.	Explosion de la machine (17 août, Annemasse, 8 victimes)	1
Midi	Écroulement d'un pont (Amélie-les-Bains, 2 blessés, 1 tué, 24 juillet)	1
P.-L.-M.	Eboulement de roches (11 octobre, Saint-Sauveur-Montaigut)	1
	TOTAL des causes diverses	6

Prises en écharpe.

Nord	Arras (19 septembre), Lille (18 septembre)	2
Ouest	Darnetal (19 octobre, 3 blessés), Surdon (1 blessé)	2
Orléans	Limoges (16 août), Tours (19 septembre, 1 tué)	2
P.-L.-M.	Trets (15 septembre), Marseille Saint-Charles (6 septembre), Brunoy (9 octobre, 10 blessés)	3
Midi	Morcenx (5 octobre)	1
Etat	Niort (1er septembre), Niort (25 août), Niort (4 août), Niort 1er octobre)	4
	TOTAL des prises en écharpe	14

Chocs, tamponnements, collisions de machines, heurtoirs.

Nord	Pont de la Deule (26 juillet, 2 blessés), Calais (27 juillet)	2
Est	Jussey (1er juillet, 1 voiture sur passage à niveau), Fraize (7 octobre, heurtoir et mur défoncé, 3 blessés)	2
Ouest	Bréval (9 juillet, choc contre un lorry), Fécamp (20 septembre, heurtoir, 2 blessés), gare Montparnasse (20 octobre, heurtoir, 7 blessés)	3
Orléans	Saint-Pierre-des-Corps (6 septembre, choc de manœuvre, 1 tué), Saint-Pierre-des-Corps (16 septembre, suivi de déraillement), Figeac (21 septembre, plate-forme tamponnée par une machine), Tours (28 septembre, choc, 2 voyageurs blessés)	4
P. L.-M.	La Bastide-Saint-Laurent-les-Bains (27 juillet), près Miribel (24 août), Terrenoire (7 septembre), Sainte-Colombe-lès-Vienne (18 septembre), Gisors (20 septembre, 1 fourgon sur la voie, 1 blessé), Saint-Priest (4 octobre, voiture sur un passage à niveau, 2 blessés), Saint-Fons (5 octobre, voiture sur passage à niveau, 3 tués, 3 blessés), près Gap (19 octobre, choc contre wagonnets)	8
Midi	Kil. 240-480 (rencontre d'un bœuf, déraillement, 7 blessés), kil. 442-900 (rencontre d'un bœuf)	2
Etat	Rochefort (3 août, choc contre un chariot), La Possonnière (10 août, choc de deux machines)	2
	TOTAL des chocs, tamponnements, etc.	23

Voitures en dérive.

P.-L.-M.	Saint-Julien-la-Vêtre (15 juillet, 3 wagons), Vesoul (7 août, 1 wagonnet, 2 blessés)	2
	TOTAL	2

Collisions (ou accidents qualifiés tels).

Nord	Paris-Nord (4 juillet, 15 blessés), Paris-Nord (6 juillet, 1 blessé), Paris-Nord (12 juillet, 16 blessés, 3 tués), Montdidier (9 juillet), Paris-Nord (12 juillet, 19 blessés), Estrées-Saint-Denis (18 juillet, 2 blessés), Saint-Denis (2 août), Cateau (8 août), La Maison-Rouge (12 août, 8 blessés), Fourmies (23 août), Paris-Nord (25 août, 1 blessé), Paris-Nord (28 août, 1 tué), Marœuil (7 septembre, 17 blessés), Aumale (12 octobre, 13 blessés)	13
Est	Saint-Mandé (26 juillet, 270 victimes : 49 tués et 221 blessés), Portsec (10 août), Paris-Est (14 août, 1 blessé), Epernay (28 août)	4
Ouest	Motteville (3 juillet), Saint-Cyr (23 juillet), Courcelles-Ceinture (Ceinture, 29 septembre, 3 blessés), Oissel (14 octobre), Rouen (18 octobre, 5 blessés)	5
Orléans	Ussel (8 juillet), Angers (14 juillet), Aurillac (1er septembre), Nantes (3 septembre), Aurillac (7 septembre, 3 blessés)	5
P.-L.-M.	Marseille-Saint-Charles (3 juillet, 1 blessé), Oullins (10 juillet), Moulins à Mâcon (18 juillet), Marseille-Saint-Charles (23 juillet), Balbigny (14 août), Andelot (15 septembre, 4 blessés)	6
	A reporter	33
	Report	33
Midi	Alzonne (31 juillet, 4 blessés), Bédarrieux (16 septembre), Puyôo (6 octobre), Mousquette (20 octobre, 21 blessés)	4
Etat	Bessé (1 blessé, rupture d'attelage et collision)	1
	TOTAL des collisions	38

Déraillements non autrement spécifiés (sans détails suffisants).

Nord	Amiens (environs d') (15 août, 2 blessés), Maignelay (31 août, 5 blessés), Milly-Tréport (7 septembre)	3
Est	Dombasle (1er septembre, 2 blessés), Nangis (2 septembre), Gargan (25 septembre, 3 blessés), Meaux (10 septembre)	4
Ouest	Etrepagny (25 juillet), gare Saint-Lazare (27 août, 1 tué, 3 blessés), Villepreux-Saint-Cyr (2 septembre), gare Saint-Lazare (9 octobre)	4
Orléans	Najac (16 juillet, 10 blessés), Savenay-Landerneau (1er août), Dirinon (2 août, 1 tué et 1 blessé)	3
P.-L.-M.	Decize (21 juillet), Corgoloin (10 août), Privas (26 août, 6 blessés), Avallon à Nuits-sous Ravières (30 août), Marseille à Vintimille (31 août, rupture d'essieu), Saint-Rambert à Rives (8 septembre), Moirans (25 octobre, 3 tués, 20 blessés)	7
Corse	20 octobre, 1 blessé	1
Midi	Labenne (14 août, 1 blessé), Laas (14 octobre, 10 blessés, un bœuf sur la voie), entre Moux et Capendu (28 septembre)	3
Etat	Beaulieu (15 septembre), Saint-Michel (25 juillet)	2
	TOTAL	27

Dans les accidents qui suivent, on remarquera qu'aucun n'a fait de victimes.

Déraillement de machine.

Nord	Lens (14 juillet), Lille (21 juillet), Chantilly (28 juillet), kil. 228-500, frontière (16 août), Le Cateau (14 septembre), Le Tréport (16 septembre)	6
Orléans	Massy-Palaiseau (20 août), Saint-Sulpice (23 août), Argenton (27 août), Ytrac (22 octobre)	4
P.-L.-M.	Arvant-Brassac (18 août), Bône-Cabriès (12 septembre), Lunel-Triage (22 septembre), Saint-Etienne à Lyon (24 septembre), Lyon à Grenoble (21 octobre)	5
Etat	Saintes (17 juillet)	1
	TOTAL	16

Déraillement de tender.

Etat	Pont de Braye (8 juillet), Saintes (15 août)	2
	TOTAL	2

Déraillement d'un wagon.

Nord	Amiens (14 juillet). Armentières (18 septembre)	2
Ouest	Evreux (28 août)	1
Orléans	La Guépie (16 juillet), Nantes (2 août), Port-de-Piles (25 août).	3
P.-L.-M.	Andance (10 juillet), Firminy (24 juillet), Chalon-Dôle (15 août), Chaussin et Tavaux (16 août), Cruas (28 août), Firminy-Saint-Rambert (11 septembre), Saint-Hilaire-Saint-Nazaire (7 septembre), kil. 823 (23 septembre)	8
Midi	Kil. 310 (29 août), Marsan et Saint-Martin (10 septembre)	2
Etat	Saint-Maixent (5 juillet), La Roche (27 août), Le Pallet (11 juillet), La Roche à la Rochelle (15 juillet), La Roche-sur-Yon (4 août)	5
	TOTAL	21

Déraillement d'un fourgon.

Nord	Nanteuil (24 août)	1
P.-L.-M.	Marseille-Vintimille (25 septembre)	1
Etat	Saint-Pardoux (16 juillet), Saint-Gilles-Croix-de-Vie (22 juillet)	2
	TOTAL	4

Déraillement de deux wagons.

P.-L.-M.	Lens (11 août)	1
Ouest	Triel (17 août) Maisons-Laffitte (5 octobre)	2
Orléans	Kil. 257 (16 juillet)	1
Etat	Montcoutant (14 octobre), Nantes (9 août), La Mothe-Saint Héraye (8 août)	3
	TOTAL	7

Déraillement de trois wagons.

Est	Remiremont (21 août)	1
Ouest	Gare Saint-Lazare (13 octobre), Maisons-Laffitte (5 août)	2
Orléans	Saint-Pierre-des-Corps (13 septembre)	1
Midi	Sambusse (11 octobre)	1
	TOTAL	5

Déraillement de quatre wagons.

Nord	Plessis-Belleville (3 août)	1
Orléans	La Haye-Descartes (8 août), La Châtre (19 août), Lussac (22 août)	3
	TOTAL	4

Digitized by Google

Déraillement de cinq wagons.

Nord ...	Cambrai (18 juillet)	1
P.-L.-M.	Lyon à la Voulte (9 septembre)	1
	TOTAL	2

Déraillement de sept wagons.

Est	Aillevillers (20 octobre)	1
	TOTAL	1

Déraillement de huit wagons.

P.-L.-M.	Chagny-Dôle (31 juillet)	1
	TOTAL	1

Déraillements de trains ou partie de trains non spécifiés.

Nord ...	Sallans (20 août), Bourget-Triage (5 août), Airaines (8 juillet).	3
Ouest ..	La Hisse (10 septembre). Pontoise (24 septembre)	2
P.-L.-M.	Roanne-Saint-Etienne (1er juillet), Salon et Graux (21 août), La Pomme et Saint-Marcel (31 août), Ligne du Bourbonnais (4 octobre)	4
Midi....	Labruguière (30 août)	1
Etat....	La Rochelle-Triage (22 juillet)	1
	TOTAL	11

Récapitulation.

Causes diverses	6	Les accidents ayant fait des victimes sont au nombre de 48, parmi les 110 accidents spécifiés ci-contre.
Prises en écharpe	14	
Chocs, tamponnements, collisions de machines simples, heurtoirs	23	
Voitures en dérive	2	
Collisions ou accidents qualifiés tels	38	
Déraillements non autrement spécifiés	27	
Déraillements de machines	16	Accidents n'ayant pas fait de victimes.
Déraillements de tenders	2	
Déraillements d'un wagon	21	
Déraillements d'un fourgon	4	
Déraillements de deux wagons	7	
Déraillements de trois wagons	5	
Déraillements de quatre wagons	4	
Déraillements de cinq wagons	2	
Déraillement de sept wagons	1	
Déraillement de huit wagons	1	
Déraillements de trains ou spécifiés comme tels	11	
TOTAL	184	

Il n'y a eu, d'après cette liste et d'après cette récapitulation, que les premières catégories qui aient amené des accidents de personnes, particulièrement la catégorie des collisions.

C'est donc vers la prévention des collisions que devraient avant tout tendre les efforts des Compagnies. Nous allons voir que ces sortes d'accidents se produisent surtout le dimanche et le lundi, et le plus souvent en gare même, ce qui nous semblerait déjà une précieuse indication pour les mesures à prendre à l'avenir dans le but de les éviter.

Mais, auparavant, examinons le classement des accidents de toute nature, suivant l'époque à laquelle ils se sont produits.

IV. **Classification des accidents par date.** — Nous avons dit que les renseignements statistiques que nous avons pu recueillir sur les accidents de chemins de fer s'étendaient du 1er juillet au 25 octobre, c'est-à-dire sur une période de 117 jours. Leur nombre ayant été de 184, il s'ensuit que la moyenne des accidents survenus a été, pour toute l'étendue de la période considérée, de 1,57 par jour, soit de plus de trois en deux jours.

Mais les accidents ne se sont pas répartis d'une manière uniforme sur ces 117 jours; voici quelle a été la part de chacun des quatre mois :

Juillet	46 accidents,	soit 1,5	par jour, en moyenne.
Août	62 —	soit 2	—
Septembre	48 —	soit 1,6	—
Octobre (25 jours)	28 —	soit 1,1	—

Dès juillet, le nombre d'accidents était de 46, ce qui accusait une moyenne de trois pour deux jours; ils ont été plus nombreux encore en août (62 accidents, soit deux par jour), mais ont diminué d'une façon régulière en septembre et en octobre. Cette variation est encore mieux démontrée, si nous considérons des périodes de 10 jours :

Du 1er juillet au 10 juillet	15 accidents.
Du 11 juillet au 20 juillet	15 —
Du 21 juillet au 30 juillet	14 —
Du 31 juillet au 9 août	17 —
Du 10 août au 19 août	19 —
Du 20 août au 29 août	23 —
Du 30 août au 8 septembre	19 —
Du 9 septembre au 18 septembre	21 —
Du 19 septembre au 28 septembre	13 —
Du 29 septembre au 8 octobre	11 —
Du 9 octobre au 18 octobre	10 —
Du 19 octobre au 25 octobre (7 jours)	7 —

Après être resté stationnaire pendant le mois de juillet, le nombre des accidents semble avoir cru parallèlement à la température, jusqu'à la fin d'août, moment où il a passé par son maximum. Depuis le commencement de septembre, les accidents ont graduellement diminué. Un diagramme montrera mieux encore ce mouvement (fig. 1).

En examinant les choses de plus près et en comptant le nombre d'accidents survenus jour par jour, nous avons trouvé que sur 117 journées, il y en a eu seulement 23 qui n'aient enregistré aucun accident. Les 184 accidents ont donc porté sur 94 jours. Ces 94 jours se répartissent ainsi, d'après le nombre d'accidents survenus (fig. 2) :

34 jours ont compté	1	accident chacun.
35 — —	2	accidents chacun.
21 — —	3	—
3 — —	4	—

1 jour (7 septembre) a compté à lui seul 5 accidents.

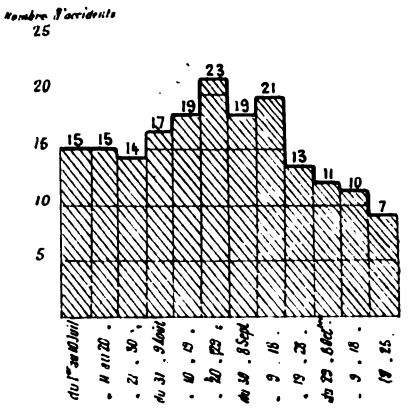


FIG. 1. — Répartition des accidents de chemins de fer par période de 10 jours, du 1er juillet au 25 oct bre.

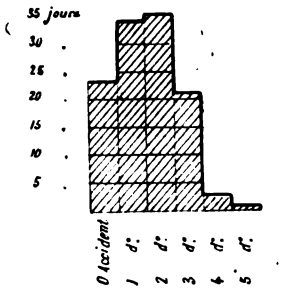


FIG. 2. — Diagramme montrant la répartition des 117 journées d'après le nombre d'accidents signalés.

Plusieurs journées ont donc été marquées par des séries d'accidents : le 16 juillet (4 accidents), le 15 août (4 accidents), le 28 août (4 accidents), et le 7 septembre (5 accidents). Le jour de la semaine lui-même n'est pas indifférent dans la classification des accidents; en disposant les 184 sinistres qui ont été signalés suivant le jour de la semaine, nous avons pu en effet dresser le tableau suivant :

31	accidents sont arrivés	le dimanche.
31	— —	le lundi.
28	— —	le mardi.
25	— —	le mercredi.
19	— —	le jeudi.
29	— —	le vendredi.
21	— —	le samedi.

Comme il y a, dans la période considérée (17 juillet-25 octobre), 17 dimanches, 16 lundis et 16 mardis, les autres jours de la semaine étant chacun au nombre de 17, il s'ensuit que les moyennes d'accidents ont été respectivement :

Dimanche	1,83	accident	en moyenne.
Lundi	1,95	—	—
Mardi	1,75	—	—
Mercredi	1,47	—	—
Jeudi	1,13	—	—
Vendredi	1,70	—	—
Samedi	1,23	—	—

Avec ces chiffres, nous pouvons construire la courbe de la fréquence des accidents pendant les jours de la semaine.

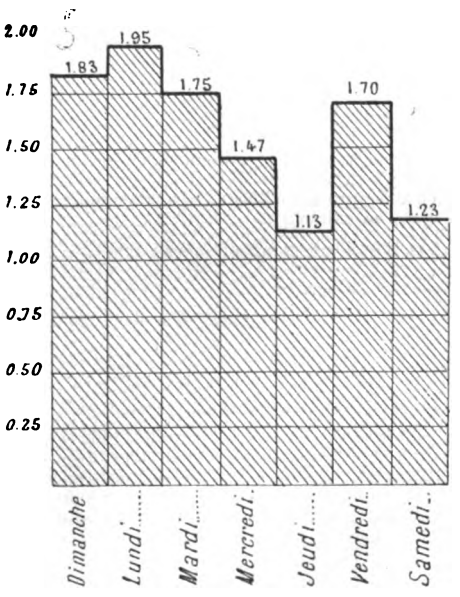


FIG. 3. — Diagramme montrant la fréquence respective des accidents de chemins de fer pour chacun des jours de la semaine.

Bien entendu, ces moyennes résultant des chiffres donnés par une période de 117 jours seulement, pourraient ne pas être rigoureusement les mêmes que celles d'une période plus étendue ; néanmoins, une observation générale se détache tout d'abord des chiffres qui précèdent, et du diagramme qui en est la traduction (fig. 3).

C'est que le nombre d'accidents survenus le dimanche est considérable, mais pas autant que le nombre des accidents signalés le lundi; faut-il voir dans cette constatation le résultat d'un surmenage réel, causé par le trop grand nombre de trains qui circulent le dimanche, surmenage suivi d'un relâchement de zèle le lendemain ? Cela semblerait vraisemblable, si l'on examine la diminution régulière des accidents survenus les mardis, les mercredis et les jeudis. Mais comment expliquer la recrudescence que nous constatons le vendredi ? Ce jour-là, le nombre des accidents s'est trouvé très sensiblement plus élevé que le mercredi, le jeudi et le samedi. Les superstitieux ne manqueront pas de dire que le vendredi est un jour néfaste.

Digitized by Google

Digitized by Google

ETABLISSEMENT DE DAX - SALIN - THERMAL.

à Dax. (Landes)

Fig 1. Façade sur le Quai.

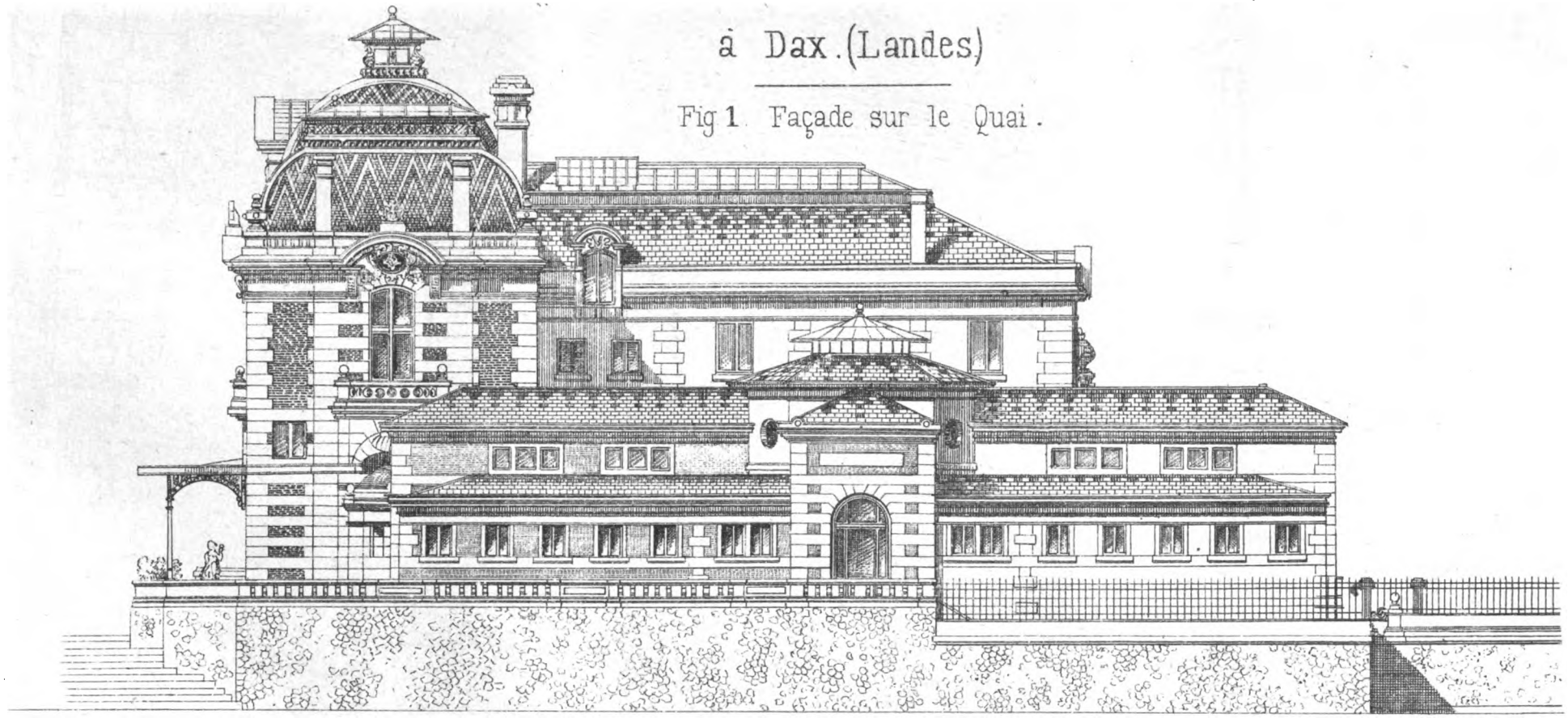
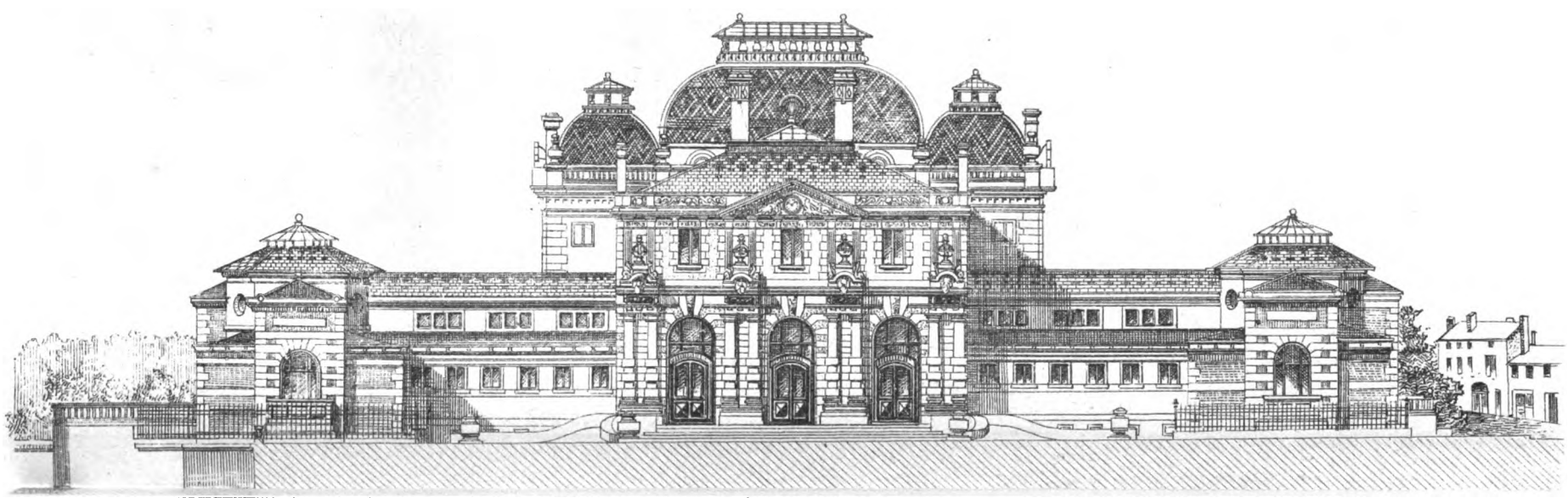
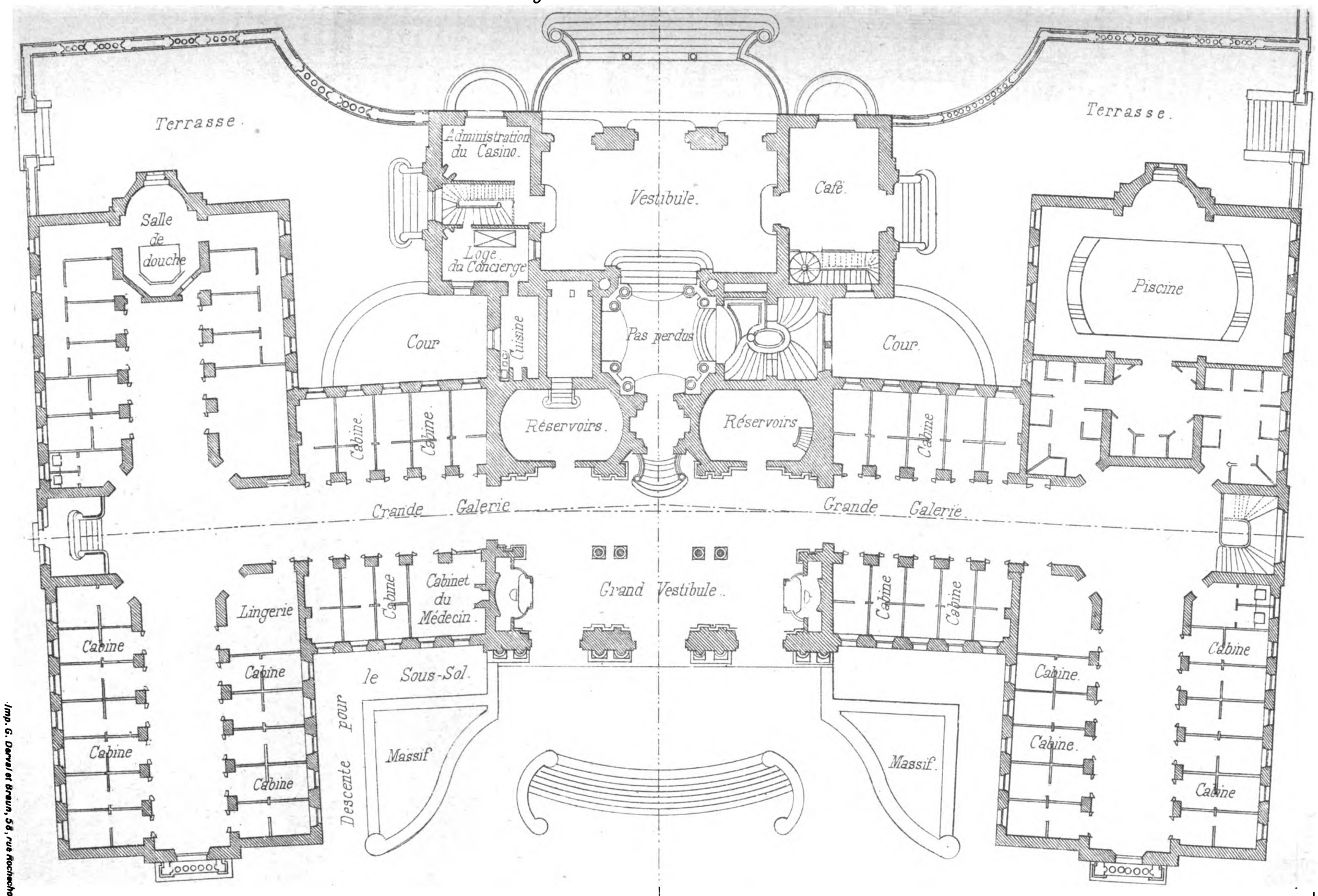


Fig. 2. Façade des Bains.



Digitized by Google

Fig. 3. Plan du Rez-de-Chaussée.



Echelle de $0^{m}04$ p.r mètre

Imp. G. Daval et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nous nous rappelons avoir entendu un employé supérieur d'une grande Compagnie déclarer qu'il ne voyageait jamais et ne faisait jamais voyager sa famille le dimanche, de crainte des accidents. Cet aveu indique bien, et nos chiffres le confirment, que l'encombrement des voies et le surmenage des agents sont autant de causes premières d'accidents. Ce qui le prouve encore, c'est qu'une grande partie des accidents survenus le dimanche sont des collisions, et des collisions en gare ; on en jugera d'après ce tableau :

	Total des accedents	Collisions, chocs, tamponnements
Dimanche.	31	11
Lundi. . .	31	14
Mardi. . .	28	7
Mercredi .	25	6
Jeudi . . .	19	5
Vendredi .	29	9
Samedi . .	21	3

Chose curieuse, si l'on fait abstraction des collisions, chocs, tamponnements et autres accidents de même nature, il se trouve que le reste des accidents, c'est-à-dire les déraillements et autres peu meurtriers, se répartissent à peu près également dans tous les jours de la semaine. Nous ne pouvons nous empêcher de signaler ce fait, qui tend à prouver que les collisions pourraient être évitées avec une meilleure organisation du service, surtout le dimanche et le lundi.

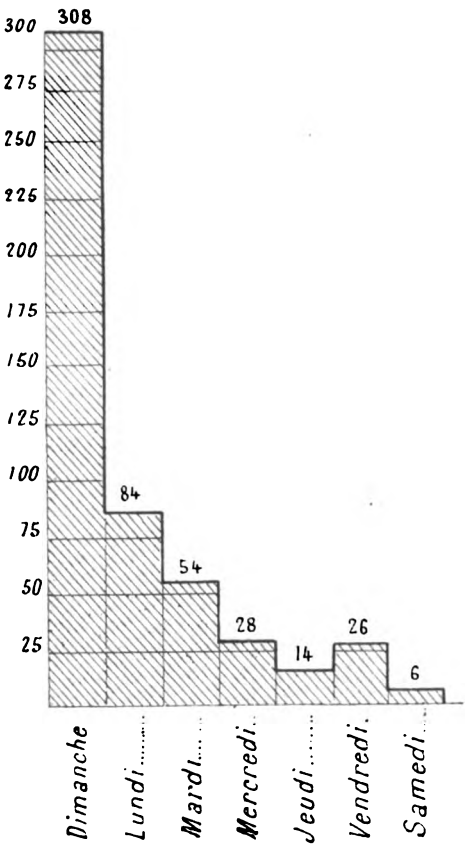


Fig. 4. — Diagramme montrant la répartition des victimes des accidents de chemins de fer pour chacun des jours de la semaine.

Si nous considérons maintenant le nombre des victimes réparti suivant le jour de la semaine, nous remarquons les mêmes particularités, mais plus accentuées encore, à cause de certaines catastrophes, comme celle de Saint-Mandé, qui se sont produites le dimanche.

Voici la répartition des victimes, suivant le jour de la semaine :

	Blessés		Tués		Total des victimes		Proportion sur 100 victimes	
	Chiffres absolus	Proportion p. 100	Chiffres absolus	Proportion p. 100	Chiffres absolus	Proportion p. 100	des tués	des blessés
Dimanche .	254	55,8	54	84,3	308	59,4	18	82
Lundi . . .	78	17,1	6	9,4	84	16	7	93
Mardi . . .	54	11,8	»	»	54	10,3	»	100
Mercredi. .	27	5,9	1	1,6	28	5,3	4	96
Jeudi . . .	13	2,8	1	1,6	14	2,7	7	93
Vendredi. .	24	5,2	2	3,1	26	5	8	92
Samedi. . .	6	1,3	»	»	6	1,1	»	100
Totaux. .	456	100	64	100	520	100	12,4	87,6

Il aurait été intéressant de pouvoir rapprocher le chiffre des victimes de celui des voyageurs, jour par jour, pendant la semaine, mais les documents manquent à cet égard ; nous ne pouvons que supposer que vers la fin de la semaine, le nombre des voyageurs est plus faible que le dimanche et le lundi.

Toujours est-il que de très grandes différences sont constatées dans le nombre des victimes faites par les accidents pendant les divers jours de la semaine.

Notre diagramme (fig. 4) l'indique mieux que toute démonstration.

On voit combien il y a eu de victimes le dimanche : plus de la moitié. Quant aux autres jours de la semaine, le nombre des victimes diminue rapidement : lundi, 84 ; mardi, 54 ; mercredi, 28 ; jeudi, 14 ; samedi, 6. Il n'y a d'exception que pour le vendredi, jour fatidique, paraît-il, puisque ce jour-là fait exception à la règle qui vient d'être démontrée par notre graphique.

Ajoutons que la proportion des tués et des blessés n'est pas toujours la même ; elle est beaucoup plus forte le dimanche : 18 %.

Il nous reste à examiner la répartition des accidents par ligne, par département, et à formuler nos conclusions ; c'est ce que nous ferons dans le prochain article.

(A suivre.) V. Turquan.

VARIÉTÉS

LA PÊCHE A LA DYNAMITE

M. le Ministre de la Marine avait saisi le Comité consultatif des pêches maritimes de la question de l'emploi de la dynamite dans ces pêches. M. Edmond Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle, vient d'adresser, au nom de ce Comité, au Ministre de la Marine, un rapport concluant à l'interdiction de l'emploi de la dynamite dans la pêche maritime, rapport que nous allons résumer brièvement.

L'emploi de la dynamite détruit beaucoup de poissons. Ainsi, des expériences faites avec des cartouches de dynamite de 90 grammes ont montré que le rayon d'action d'une telle cartouche était de 5 à 6 mètres, et chaque explosion a fourni de 10 à 25 kilogr. de poisson. Les poissons sont tués sur le coup et ils coulent, ou bien, simplement étourdis, ils viennent flotter à la surface.

Les inconvénients de ce mode de pêche sont nombreux. Il bouleverse les fonds de pêche, tue indistinctement les poissons de tout âge, effraye et écarte les espèces qui fréquentent les côtes. Une grande partie du poisson tué ne peut être recueillie, parce que ce poisson coule, et une autre partie est inutilisable pour l'alimentation.

La pêche à la dynamite est déjà interdite en France, par le décret du 10 août 1875, sur tous les cours d'eau, étangs et lacs. Elle est également interdite pour la pêche maritime, mais sur les côtes d'Algérie seulement, par le décret du 5 mai 1888. Dans nos autres arrondissements maritimes, aucun texte formel ne l'interdit jusqu'ici.

En Angleterre, elle est absolument interdite pour la pêche maritime, depuis le 14 août 1877, sous peine d'une amende de 20 livres et d'un emprisonnement pouvant aller à deux mois.

L'absence d'une réglementation précise en France a pour conséquence que l'emploi de la pêche à la dynamite s'est beaucoup généralisé (principalement sur les côtes de Corse) dans le 5e arrondissement maritime. Il en est résulté des protestations et des réclamations nombreuses.

Déjà, en 1884, le Conseil municipal d'Ajaccio et le préfet de la Corse demandaient que des mesures répressives fussent prises à l'égard des délinquants. En 1888, le Conseil général de la Corse renouvelait ces plaintes, et le Ministre de la Marine ordonnait de visiter fréquemment les embarcations suspectes et d'essayer de convaincre les pêcheurs qu'il était de leur intérêt de renoncer à l'emploi d'une matière aussi destructive. Un certain nombre de condamnations furent prononcées contre des pêcheurs surpris en flagrant délit.

Cependant ces mesures ont été inefficaces, puisque le 13 février 1890, les patrons pêcheurs d'Ajaccio ont adressé une plainte au Ministre de la Marine relativement à l'emploi de plus en plus fréquent de la dynamite pour la pêche maritime. Ils demandaient qu'en outre des mesures répressives, un décret autorisât la saisie, en tous lieux, du poisson pris à la dynamite, et la poursuite du détenteur comme complice du délinquant.

A l'heure actuelle, la situation au point de vue de la loi est assez équivoque. Le décret du 19 novembre 1859, qui règle la pêche dans le 5e arrondissement maritime, ne contient pas un texte interdisant clairement et formellement l'emploi de la dynamite. Aussi les juges ont-ils dû baser les condamnations qu'ils ont prononcées jusqu'ici, non pas sur les textes relatifs à la pêche, mais sur la loi du 8 mars 1875 et sur le décret du 28 octobre 1882, envisageant les contraventions qui résultent de la détention et de l'emploi de la dynamite sans autorisation.

Et cependant, malgré ce moyen détourné, le décret de 1882 demeure impuissant dans bien des cas : par exemple, si plusieurs pêcheurs s'associent pour cette pêche, le propriétaire du bateau peut seul être poursuivi ; le décret ne s'applique pas si, au lieu de dynamite, on emploie un autre explosif.

Les mesures de répression actuelles sont donc insuffisantes, et il est nécessaire d'interdire absolument ce mode de pêche.

Faut-il aller plus loin et peut-on, comme le demandent les pêcheurs d'Ajaccio, saisir le poisson tué à la dynamite ?

Il faudrait, pour cela, qu'il existât des signes certains permettant de le reconnaître. Les pêcheurs prétendent que ces signes existent. D'après eux, les poissons tués à la dynamite ont la colonne vertébrale rompue, et ils fléchissent si on les tient horizontalement en les saisissant par la queue ; les écailles sont enlevées par places, la chair est flasque, les ouïes très pâles, les yeux ternes, voilés, les entrailles crevées.

Une circulaire ministérielle du 26 septembre 1890 a prescrit de rechercher si ces caractères sont certains. La commission nommée à cet effet n'a relevé qu'un seul caractère bien net, c'est la couleur pâle des chairs tout le long de l'épine dorsale, tout le sang paraissant avoir reflué au cœur. Cependant quelques autres causes peuvent aussi produire ce caractère ; ainsi les pêcheurs prétendent qu'on le constate lorsque, pour dégager le poisson de l'hameçon on vient à lui mordre ou à lui contusionner violemment la tête. Il n'y a donc pas là un signe absolument certain de l'emploi de la dynamite.

Aussi le Comité consultatif des pêches est simplement d'avis d'interdire sur toutes nos côtes la pêche aux substances explosives et à la dynamite en particulier.

A la suite du rapport de M. Perrier, M. le Président de la République a rendu, le 5 novembre 1891, un décret interdisant l'emploi des matières explosives pour la pêche. Nous en reproduisons le texte ci-dessous :

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de la marine,

Vu la loi du 9 janvier 1852 sur la police de la pêche maritime côtière et spécialement les articles 3, 7 et 14 de cette loi ;

Vu les décrets du 4 juillet 1853, réglementant la pêche côtière dans les 1er, 2e, 3e et 4e arrondissements maritimes, spécialement les articles 206, 204, 211 et 196 de ces règlements, et le décret du 19 novembre 1859, réglementant la pêche côtière dans le 5e arrondissement maritime, spécialement son article 161 ;

Vu la loi du 8 mars 1875 sur la poutre-dynamite, spécialement l'article 8 de cette loi ;

Vu le décret réglementaire du 28 octobre 1882 sur la poudre-dynamite ;

Vu le rapport du comité consultatif des pêches maritimes, en date du 24 octobre 1891,

Digitized by Google

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Il est défendu d'employer des armes à feu ou des substances explosives contre le poisson.

Les contrevenants à cette interdiction seront punis des peines prévues aux articles 7 et 14 de la loi du 9 janvier 1852. La présence non autorisée, à bord d'un bateau quelconque, de matières explosives constitue, en outre, un délit prévu et puni par la loi du 8 mars 1875 et que les agents de la marine peuvent constater.

ART. 2. — Le ministre de la marine est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 5 novembre 1891. CARNOT.

Par le Président de la République :

Le ministre de la marine,
E. BARBEY.

SCIENCES

NOMOGRAPHIE

Les calculs usuels effectués au moyen des Abaques (1)

par M. Maurice d'OCAGNE, *Ingénieur des Ponts et Chaussées.*

I. — Louis Pouchet a donné, dans sa *Métrologie terrestre* (Rouen 1797) des *Tableaux graphiques* pour les quatre premières opérations de l'arithmétique, l'élévation à la seconde puissance et l'extraction de la racine carrée. Ces tableaux sont formés de deux cours de droites, respectivement parallèles à deux axes rectangulaires, et d'un système d'hyperboles équilatères, asymptotes à ces axes et déterminées par les différentes valeurs données à z dans l'équation $xy = z$. C'est, croyons-nous, le plus ancien exemple qu'on puisse citer d'une « Table universelle de comptes faits, pour l'intelligence de laquelle il suffit de savoir compter les lignes », ou, plus généralement, « de la représentation sur un plan, au moyen de certains systèmes de courbes faciles à construire et construites une fois pour toutes, des équations qui lient entre elles les quantités soumises au calcul. »

D'Obenheim en 1814, Piobert en 1825, Bellencontre et Terquem en 1830, Allix en 1840, ont successivement donné des tables graphiques ou *Abaques* à double entrée pour la résolution des problèmes de balistique et pour la représentation de diverses lois.

En 1842, M. Léon Lalanne a montré que l'aire d'un demi-profil de terrasse, en fonction de la cote de l'axe et de la déclivité, est donnée par l'équation d'un hyperboloïde dont les sections horizontales paraboliques, projetées sur un plan horizontal, forment un tableau graphique propre à remplacer les tables numériques pour le calcul des aires. Le même savant a traduit en forme d'abaques un grand nombre d'autres formules mathématiques ou empiriques; mais il a surtout rendu la méthode plus générale, plus simple et plus féconde par l'introduction du principe de *l'anamorphose géométrique*. Aussi les applications n'ont-elles pas tardé à se multiplier, sans que toutefois, jusqu'à ces dernières années, les auteurs se soient beaucoup occupés de pousser encore plus avant dans la voie de la généralisation.

Les premiers résultats marquants de cet ordre ont été obtenus par M. Massau, dans son *Mémoire sur l'intégration graphique et ses applications*, par M. Lallemand, dont les remarquables *abaques hexagonaux*, conçus d'après un principe nouveau, sont appliqués dans le Service du nivellement général de la France, et par M. d'Ocagne, qui faisait connaître, en 1884, le principe de sa théorie des *points isoplèthes*. Mais il restait à comparer les diverses méthodes connues, à dégager les traits communs à tant de procédés qui paraissent au premier abord dissemblables, à formuler les principes généraux et les règles simples d'application qui doivent constituer le fondement de toute doctrine. C'est à quoi M. d'Ocagne vient de parvenir; car il s'agit bien, en effet, d'un véritable petit corps de doctrine, et nous ne croyons pas que personne puisse trouver l'expression exagérée, après avoir lu le beau travail publié par la librairie Gauthier-Villars sous le titre de *Nomographie*.

Par cet « essai » d'une théorie générale de la représentation graphique des lois mathématiques à un nombre quelconque de variables, le jeune géomètre, que des recherches importantes avaient déjà mis en relief, a tenté avec succès, pour les abaques de comptes faits, ce que d'illustres devanciers avaient réalisé, pour le trait de charpente et de stéréotomie, en créant la Géométrie descriptive.

II. — La première partie du petit traité est consacrée aux équations à trois variables. Elle présente d'abord un exposé très simple et très net des principes généraux d'où découleront tous les développements et toutes les applications de la méthode.

(I_1), (I_2), (I_3) sont trois équations entre deux mêmes variables, x, y et, respectivement, trois paramètres arbitraires α, β, γ. L'équation (I_1) est représentée, pour chaque valeur de α, par une courbe numérotée au moyen de cette valeur même, inscrite comme cote. En attribuant à α des valeurs successives, on obtient une série de courbes qu'on désigne par la notation commune (α) et qu'on nomme *isoplèthes*, pour rappeler que, tout le long de chacune d'elles, l'élément α a la même valeur.

En faisant varier β dans (I_2) et γ dans (I_3) on obtient de même des isoplèthes auxquelles on attribue respectivement comme cotes les valeurs correspondantes de β et de γ.

L'élimination d'x et d'y entre les trois équations considérées donne, entre α, β et γ, une quatrième relation (E), à laquelle doit satisfaire un système de valeurs de ces trois paramètres pour que les isoplèthes correspondantes se coupent en un même point. L'abaque formé par les trois cours d'isoplèthes (α), (β), (γ), constitue une représentation de l'équation (E), et la liaison établie par cette équation entre les valeurs des trois paramètres se traduit sur l'abaque par le croisement en un même point des courbes dont les cotes correspondent à ces mêmes valeurs. Si, par exemple, les valeurs de deux variables, α et β, sont données, on aura la valeur correspondante de γ en lisant la cote de l'isoplèthe (γ) qui passe par le point d'intersection des isoplèthes (α) et (β).

On construit ordinairement chaque cours d'isoplèthes en donnant au paramètre correspondant des accroissements égaux, et l'on a soin de faire ces accroissements assez petits pour que l'interpolation à vue, entre les courbes effectivement tracées, permette d'obtenir un degré suffisant d'approximation.

L'équation (E) étant donnée, on peut choisir arbitrairement deux quelconques des trois autres, par exemple (I_1) et (I_2). On obtient alors (I_3) en éliminant α et β entre (I_1), (I_2) et (E). On doit choisir (I_1) et (I_2) de telle sorte que les courbes qui les représentent, et les courbes données par (I_3), soient aussi simples que possible. Le procédé le plus ordinairement appliqué consiste à poser, pour (I_1), $x = \alpha$, pour (I_2), $y = \beta$. (I_3) devient alors $F(x, y, \gamma) = o$, ce qui revient à prendre deux des variables comme coordonnées courantes et la troisième comme paramètre arbitraire. Deux des trois cours d'isoplèthes, (α), (β), sont alors formés par les droites respectivement parallèles aux axes des y et des x, et équidistantes. En d'autres termes, l'abaque se compose des courbes (γ) tracées sur une feuille quadrillée.

Après avoir ainsi établi le principe fondamental de la construction des abaques, M. d'Ocagne montre comment on peut, dans certains cas, c'est-à-dire pour certaines équations (E) données, choisir (I_1) et (I_2) de telle sorte que, les isoplèthes (α) et (β) étant encore des cours de droites parallèles aux axes, mais non plus équidistantes, les isoplèthes (γ) soient aussi des droites, dont la substitution aux courbes que donnerait la méthode ordinaire constitue le *principe de l'anamorphose* de M. Lalanne.

C'est ainsi que, sans avoir recours à la méthode dite de *graduation des coordonnées*, M. d'Ocagne est tout naturellement conduit, non-seulement à ce principe, mais à sa généralisation (que M. Massau avait déjà remarquée) par la considération, dans leur forme générale, des *équations à triple réglure*, c'est-à-dire des équations qui peuvent être représentées par trois cours d'isoplèthes rectilignes. Il est à remarqeer d'ailleurs que, pour certaines formes de l'équation (E), une ou plusieurs des équations (I) pourront être choisies de façon à représenter des isoplèthes circulaires aussi faciles à construire que des systèmes de droites.

M. d'Ocagne enseigne ensuite à construire :

1° Les *échelles binaires à parallèles*, au moyen desquelles les valeurs d'une fonction de deux variables, $\varphi(\beta, \gamma)$, sont données par des segments proportionnels à ces valeurs, déterminés sur un axe par des parallèles à un autre axe :

2° Les *échelles binaires à radiantes*, dans lesquelles la droite qui va de l'origine des coordonnées au point d'intersection des isoplèthes (β) et (γ) a pour coefficient angulaire $\varphi(\beta, \gamma)$;

3° Les *échelles binaires anamorphosées*, dont les trois cours d'isoplèthes sont des droites;

4° Les abaques combinés, qui fournissent une élégante méthode d'*élimination graphique* et un mode de représentation d'équations à quatre variables d'un type très général.

Viennent ensuite des exemples intéressants et variés d'équations à trois variables traduites graphiquement : abaque à hyperboles de Pouchet, dont nous avons parlé plus haut; abaque de Pouchet anamorphosé par M. Lalanne; abaque de M. Collignon pour les heures de lever et de coucher du soleil : abaque de M. d'Ocagne pour la détermination du poids de la vapeur d'eau contenue dans l'air; abaque de M. Lalanne pour l'équation trinôme du troisième degré, avec application à la formule de M. Delocre pour le calcul des grands barrages en maçonnerie; abaque des murs de soutènement, par M. d'Ocagne, dans lequel les hyperboles que la méthode ordinaire aurait fournies sont remplacées, grâce au choix judicieux des relations, par un système d'isoplèthes circulaires.

III. — Un artifice imaginé par M. Lallemand permet de réduire à trois simples *échelles linéaires* les abaques des équations à triple réglure *parallèle*. Ces échelles sont les ponctuelles qu'on obtiendrait en coupant respectivement par trois transversales quelconques les trois faisceaux d'isoplèthes rectilignes et parallèles supposés construits. L'abaque est complété par un transparent ou *indicateur* mobile, sur lequel sont tracés trois axes concourants, respectivement orientés suivant les directions des trois cours d'isoplèthes dont on a seulement marqué les amorces. Ces axes déterminent, dans chaque position de l'indicateur, les points correspondants dont on lit les cotes sur les trois échelles.

Rien ne s'oppose à ce que trois segments, limités sur ces échelles par trois couples quelconques de points correspondants, soient déplacés parallèlement à eux-mêmes, de telle sorte que leurs points extrêmes restent respectivement sur les axes qui les ont déterminés. On peut ensuite faire glisser à volonté sur le plan, mais sans changer son orientation, la figure formée par les trois segments déplacés.

Cette figure, considérée dans sa nouvelle position, forme, avec la partie non déplacée des trois échelles, un ensemble qui équivaut exactement à l'abaque primitif. La faculté de fractionnement et de déplacement, exercée autant de fois qu'il est utile, permet de réduire l'abaque à de très petites dimensions.

M. d'Ocagne fait découler très simplement de sa théorie cette méthode très pratique et susceptible de nombreuses applications. Il recherche à cet effet la forme générale des équations à triple réglure parallèle; il montre qu'on en pourrait déduire un abaque à trois cours d'isoplèthes dirigées suivant des axes rectangulaires et suivant la bissectrice de l'angle formé par ces axes, et il détermine les graduations

(1) 1 volume in-8° de 96 pages avec figures dans le texte et 8 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1891.

Digitized by Google

qui doivent être portées sur ces trois transversales concourantes, prises comme supports des trois *échelles linéaires* destinées à remplacer l'abaque complet.

M. Lallemand, se proposant d'avoir sur les trois transversales des valeurs à la même échelle, a considéré que les projections d'un segment de droite sur la bissectrice d'un angle de 120 degrés est égale à la somme des projections du même segment sur les côtés de cet angle. Tel est le point de départ des *abaques hexagonaux*, ainsi nommés parce que leurs échelles et les axes de l'indicateur sont parallèles aux diagonales d'un hexagone régulier.

Un abaque à échelles fractionnées, équivalent à celui de M. Lalanne pour la multiplication et la division, est donné comme première application de ce principe.

M. Lallemand a imaginé aussi une disposition très ingénieuse, applicable au cas où une quantité est donnée en fonction de deux autres par une équation de la forme

$$[1] \qquad \gamma = f(\alpha)\,\varphi(\beta) + F(\alpha, \beta),$$

$F(\alpha, \beta)$ étant un *terme complémentaire* qui disparaît lorsque α et β cessent d'être compris entre certaines limites. Le procédé consiste à construire les abaques des deux équations $\gamma' = f(\alpha)\,\varphi(\beta)$, $\gamma'' = F(\alpha, \beta)$ et à faire la somme des valeurs de γ' et de γ'' fournies par ces abaques. La première des deux équations est à triple réglure parallèle et donne lieu à un abaque hexagonal dont deux cours d'isoplèthes (non construits grâce à l'artifice de l'indicateur) sont conservés comme isoplèthes de l'abaque correspondant à la seconde équation. Les troisièmes isoplèthes de ce second abaque sont en général des courbes dont on limite le tracé à la région de la figure correspondant aux valeurs de α et de β pour lesquelles γ'' doit être ajouté à γ'. Les deux abaques étant superposés, de telle sorte que les échelles des deux cours d'isoplèthes communs coïncident, les valeurs de γ' seront indiquées, sur la troisième échelle de l'abaque hexagonal, par le troisième axe de l'indicateur, tandis que les valeurs de γ seront données par les points communs à trois isoplèthes correspondantes du second abaque, c'est-à-dire par les cotes des courbes isoplèthes sur lesquelles le centre de l'indicateur sera venu se placer. L'abaque ne fournira d'ailleurs des valeurs de γ que si le centre tombe dans la région à laquelle on a limité le tracé des courbes. Quand cette condition n'est pas réalisée, on est averti que, pour les valeurs de α, β considérées, il n'y a pas de terme complémentaire. L'aire de la région ainsi limitée et ses courbes isoplèthes constituent *l'échelle centrale additionnelle* de l'abaque.

Il est intéressant de voir avec quelle élégante simplicité ces principes sont appliqués aux abaques pour le calcul des surfaces de déblais et de remblais. Les formules générales bien connues, en usage pour ces calculs, sont du même type que la précédente équation [1] ; elles présentent d'ailleurs cette particularité de n'avoir pas de terme complémentaire dans le cas des demi-profils normaux et d'en avoir un, au contraire, dans le cas des demi-profils *mixtes*. Ces formules se prêtent donc à la construction d'abaques hexagonaux avec échelle centrale additionnelle, et la discussion complète à laquelle M. d'Ocagne les soumet conduit à délimiter, d'une part, la partie utile de l'abaque à construire dans chaque cas pratique, d'autre part, l'aire à l'intérieur de laquelle il suffira de tracer le troisième cours d'isoplèthes pour obtenir les valeurs du terme complémentaire des demi-profils mixtes. Les variables dont on lit les valeurs sur les deux échelles communes aux deux abaques superposés sont la déclivité transversale du terrain naturel et la cote sur l'axe particulières à chaque demi-profil. Les résultats fournis par un abaque de remblai sont : d'une part, l'aire en remblai, marquée sur la troisième échelle linéaire par le troisième axe de l'indicateur, d'autre part, l'aire partielle en déblai sur l'axe marquée (quand il s'agit d'un demi-profil mixte) par le centre de l'indicateur sur les isoplèthes de l'échelle additionnelle. Un abaque de déblai donne pareillement l'aire en déblai du demi-profil et, s'il y a lieu, l'aire partielle en remblai sur l'axe du demi-profil mixte.

La réduction de l'abaque et de l'échelle centrale aux parties utiles, délimitées comme il est dit plus haut, offre d'ailleurs cet avantage que si l'on cherche, par exemple, sur un abaque de remblai, les résultats correspondants aux données d'un demi-profil en déblai, on est immédiatement averti de la méprise par la position que prend le centre de l'indicateur en dehors des limites de la figure. Et de même on reconnaît qu'il s'agit d'un demi-profil normal ou mixte selon que le centre de l'indicateur vient se placer à l'extérieur ou à l'intérieur de l'échelle centrale.

(A suivre.)

Paul TERRIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

SUR LA MÉCANIQUE DES PHÉNOMÈNES NATURELS
les lois physiques et les systèmes absolus d'unités.

(Suite [1].)

Lumière polarisée dans le plan d'incidence. — Toute vibration, telle que SM, peut se décomposer en deux autres MT et ST qui sont polarisées : la première dans le plan d'incidence, et la seconde perpendiculairement à ce plan. De même, la vibration S_1M_1 donne M_1T_1 et S_1T_1, qui sont respectivement polarisées de la même manière.

Etudions d'abord la première polarisation, et désignons les amplitudes des vibrations incidente, réfléchie et réfractée α, α', α''. En décomposant M_1M, comme on a décomposé SM S_1M_1, on aura :

$$\alpha - \alpha' = MT - M_1T_1 = \alpha'' = \text{projection de } MM_1 \text{ sur } MT,$$

qui n'est autre que l'équation de continuité donnée plus haut.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 4, p. 62 ; n° 5, p. 74 ; n° 6, p. 90 ; n° 7, p. 105 ; n° 26, p. 428, et tome XX, n° 3, p. 41.

On a d'ailleurs $\frac{MT}{M_1T_1} = \frac{OT}{OT_1}$, de sorte que les amplitudes α, α' des vibrations incidente et réfléchie sont proportionnelles à OT et à OT_1 alors que l'amplitude de la vibration réfractée est proportionnelle à leur différence TT_1.

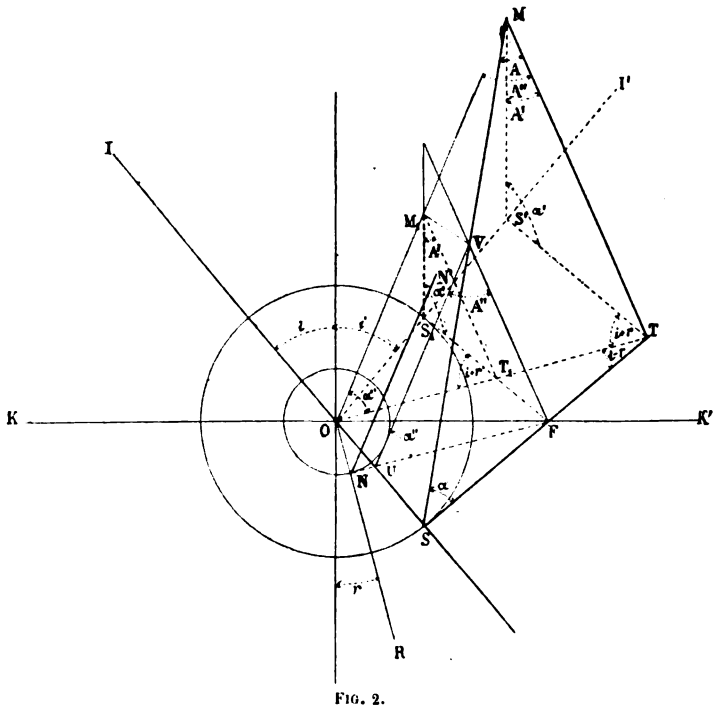


FIG. 2.

D'ailleurs, comme $OS_1 = OS$ et que les angles S_1T_1O et OTS sont égaux à $i + r$ et à $i - r$, on a :

$$OT_1 \sin(i + r) = OT \sin(i - r) = OS_1, - OS$$

Donc

$$\frac{OT_1}{OT} = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\sin(i - r)}{\sin(i + r)}$$

$\frac{\alpha''}{\alpha} = 1 - \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{2 \sin r \cos i}{\sin(i + r)} = b = 1 - \alpha$ suivant la notation de Fresnel.

Ce sont bien les expressions qu'il a données. L'équation des forces vives en résulte immédiatement.

Les quantités de lumière incidente, réfléchie et réfractée sont :

$$1., \quad \frac{\sin^2(i - r)}{\sin^2(i + r)}, \quad 1 - \frac{\sin^2(i - r)}{\sin^2(i + r)}$$

Lumière polarisée perpendiculairement au plan d'incidence. — Les vibrations sont contenues dans le plan d'incidence et dirigées suivant ST, S_1T_1, NF, leurs amplitudes sont α, α', α''.

On a :

$$\frac{OS_1}{S_1T_1} = \operatorname{tg}(i + r)\,\frac{OS}{ST} + \operatorname{tg}(i - r)$$

Et comme $OS = OS_1$, il en résulte :

$$\frac{\operatorname{tg}(i - r)}{\operatorname{tg}(i + r)} = \frac{S_1T_1}{ST} = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

L'équation de continuité se retrouve en projetant S_1T_1 et ST d'une part, TT_1 de l'autre, sur la droite KK', trace du plan de séparation des deux milieux sur le plan d'incidence.

$$(ST - S_1T_1)\cos i = TT_1 \cos r$$

ou bien

$$(\alpha - \alpha')\cos i = \alpha'' \cos r.$$

Dans ce cas, α'' est égal à TT_1 ; α et α' étant ST et S^1T.

Or nous venons de voir que

$$\frac{TT^1}{OT} = \frac{2 \sin r \cos i}{\sin(i + r)}$$

Ici

$$OT = \frac{ST}{\cos(i - r)} = \frac{\alpha}{\cos(i - r)}$$

Il en résulte :

$$\frac{\alpha''}{\alpha} = \frac{2 \sin r \cos i}{\sin(i + r)\cos(i - r)} = \frac{2 \sin r \cos i}{\frac{1}{2}(\sin 2r + \sin 2i)} =$$

$$\frac{2 \sin r \cos i}{\sin i \cos i + \sin r \cos r}$$

Et l'on retrouve également l'expression donnée par Fresnel pour l'amplitude du rayon réfracté.

Les quantités de lumière sont :

$$1., \quad \frac{\operatorname{tg}^2(i - r)}{\operatorname{tg}^2(i + r)}, \quad 1 - \frac{\operatorname{tg}^2(i - r)}{\operatorname{tg}^2(i + r)}$$

Digitized by Google

Lumière polarisée dans un azimut quelconque. — Nous arrivons au cas général auquel répond plus spécialement notre figure.

Soit SM la vibration incidente faisant un angle α avec ST, son plan de polarisation qui lui est perpendiculaire fait dès lors un angle A (égal à SMT complémentaire de α) avec les plans d'incidence.

Étudions le rayon réfléchi :

On a :

$$\operatorname{tg} A' = \frac{S_1T_1}{M_1T_1} \quad (M_1M_1 \text{ est perpendiculaire au plan d'incidence.})$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{ST}{MT}$$

d'où :

$$\frac{\operatorname{tg} A'}{\operatorname{tg} A} = \frac{\frac{S_1T_1}{ST}}{\frac{M_1T_1}{MT}} = \frac{\operatorname{tg}(i-r)}{\operatorname{tg}(i+r)} = \frac{\frac{OT_1}{OT}}{\frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)}} = \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$$

Et enfin $\operatorname{tg} A' = \operatorname{tg} A \dfrac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$, formule connue.

Pour le rayon réfracté :

$$\operatorname{tg} A'' = \frac{OT}{MT} \text{ Or } OT = \frac{ST}{\cos(i-r)} \text{ et } \frac{ST}{MT} = \operatorname{tg} A$$

Il en résulte immédiatement

$$\operatorname{tg} A'' = \frac{\operatorname{tg} A}{\cos(i-r)}$$

Les quantités de lumière s'obtiennent de suite.

Si α est l'amplitude du rayon SM, son intensité α^2 donnera : $\alpha^2 \cos^2 A$ suivant MT direction des vibrations polarisées dans le plan d'incidence, et de ce chef, la quantité réfléchie sera :

$$\frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)} \cos^2 A, \text{ en prenant } \alpha^2 \text{ comme unité.}$$

Suivant la direction ST, α^2 donnera $\alpha^2 \sin^2 A$, et la quantité réfléchie sera $\dfrac{\operatorname{tg}^2(i-r)}{\operatorname{tg}^2(i+r)} \sin^2 A$, puisque cette vibration répond à une polarisation perpendiculaire au plan d'incidence.

Les quantités de lumière incidente, réfléchie et réfractée, seront donc :

$$1, \quad \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)} \cos^2 A + \frac{\operatorname{tg}^2(i-r)}{\operatorname{tg}^2(i+r)} \sin^2 A$$

$$\left[1 - \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)}\right] \cos^2 A + \left[1 - \frac{\operatorname{tg}^2(i-r)}{\operatorname{tg}^2(i+r)}\right] \sin^2 A$$

On étudierait de même la lumière naturelle en la décomposant en deux rayons polarisés perpendiculairement au plan d'incidence, et dans ce plan, l'intensité de chacun d'eux étant moitié de l'intensité totale.

Nous donnons ci-après la construction qui répond au cas où $\dfrac{\sin i}{\sin r} < 1$ (fig. 3).

T_1M_1 et TM sont toujours perpendiculaires au plan du tableau, SM est

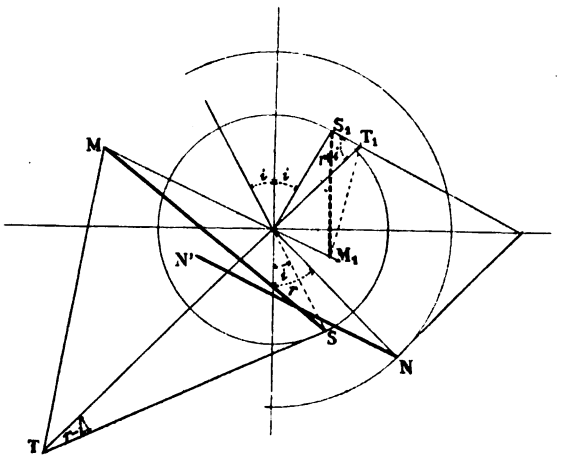


Fig. 3.

la vibration incidente dont les deux composantes sont : ST dans le plan du tableau, et TM perpendiculairement à ce plan.

S_1M_1 est la vibration réfléchie dont les deux composantes sont S_1T_1 et T_1M_1.

MM_1 est en grandeur et en direction la vibration réfractée qui trouve sa place en NN'.

Ces constructions paraissent au premier abord assez compliquées, mais leur compréhension est singulièrement facilitée si l'on a soin de partir de la figure suivante (fig. 4).

Cette figure correspond à la seconde polarisation et est entièrement dans le plan du tableau.

OI, OI', OR sont les rayons; OT est perpendiculaire à OR, ST est la vibration incidente, S_1T_1 la vibration réfléchie, TT_1 en grandeur et direction la vibration réfractée dont la véritable position est sur NF à partir de N.

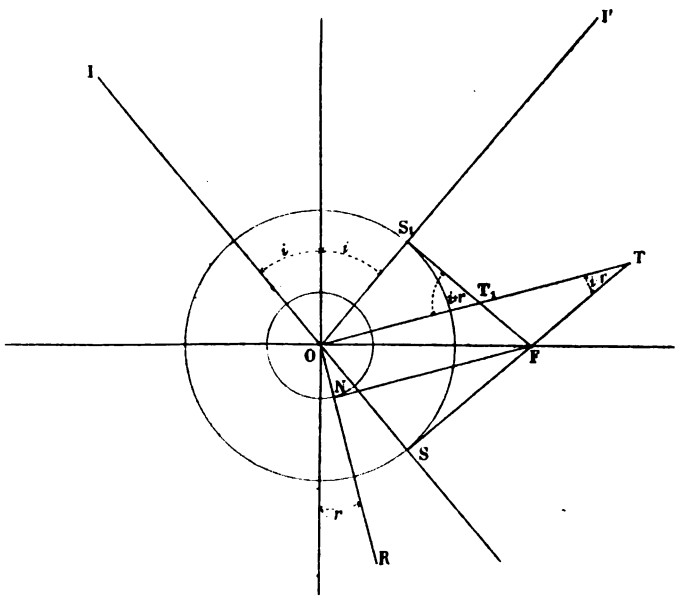


Fig. 4.

Pour passer de cette figure au cas général de la polarisation dans un azimut quelconque, il suffit d'élever par la pensée en T et T_1 des perpendiculaires au plan du tableau, qui seront les secondes composantes des vibrations, alors que les premières sont S_1T_1 et ST. La différence de ces deux composantes sera la composante du rayon réfracté, l'autre étant TT_1.

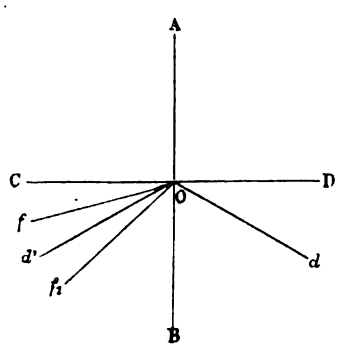


Fig. 5.

Le mécanisme de la construction est donc bien défini, et nous allons pouvoir l'utiliser pour la discussion générale des différents cas qui peuvent se présenter dans la réflexion et la réfraction de la lumière.

10. *Discussion générale.* — Supposons deux milieux séparés par un plan CD, et nous allons examiner toutes les incidences depuis OA jusqu'à OB en passant par OC (fig. 5).

i étant l'angle d'incidence dans le milieu ACD, r l'angle de réfraction, admettons $i > r$.

$\dfrac{\sin i}{\sin r} > 1$ {
- $i + r < 90°$. C'est le cas de la première construction.
- $i + r = 90°$. C'est l'incidence de Brewster; en se reportant à l'avant-dernière figure, on voit que la vibration réfléchie est nulle.
- $i + r > 90°$. Rien de particulier.

Pour sin $i = 1$ le rayon réfracté est nul, puisque le prolongement du rayon incident et le rayon réfléchi se confondent en OD et que les points T_1 et T (voir plus haut) se confondent.

Passons donc dans le second milieu.

L'angle r correspondant à $i = 90°$ est tel que $\dfrac{1}{\sin r} = n$ (indice de réfraction).

Pour une incidence $COf < COd'$, COd' étant égal à $DOd = 90° - r$, il ne peut y avoir de rayon réfracté, car la loi $\dfrac{\sin fOB}{\sin x} = \dfrac{1}{n}$ exige sin $x > 1$. Il y a donc dans ce cas réflexion totale.

Au delà, pour l'incidence f_1OB par exemple, on tombe sur le cas de notre seconde construction.

Pour $i + r = 90°$, on a encore réfraction totale et ainsi de suite.

Tous ces faits que notre construction indique sont, on le sait, vérifiés par l'expérience.

Cette construction vérifie l'hypothèse de Fresnel et est en contradiction avec celle de Neumann et de Mac Cullagh.

Dans le cas de la lumière polarisée dans le plan d'incidence, les amplitudes α, α', α'' sont respectivement proportionnelles à OT, à OT_1 et à TT_1, et l'on a sur la figure $\dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{OT_1}{OT} = \dfrac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)}$:

$$\frac{\alpha''}{\alpha} = 1 - \frac{OT_1}{OT} = \frac{TT_1}{OT} = 1 - \frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)} = \frac{2 \sin r \cos i}{\sin(i+r)}.$$

Ces valeurs portées dans l'équation de l'énergie donnent $\dfrac{M'}{M} = \dfrac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i}$ et vérifient l'équation de Fresnel.

Il en est de même pour la seconde polarisation; les amplitudes α, α', α'' sont alors ST, S_1T_1, TT_1 et les valeurs à porter dans l'équation de l'énergie sont :

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{S_1T_1}{ST} = \frac{\operatorname{tg}(i-r)}{\operatorname{tg}(i+r)} \quad \frac{\alpha''}{\alpha} = \frac{TT_1}{ST} = \frac{2 \sin r \cos i}{\sin(i+r)\cos(i-r)}.$$

Digitized by Google

Cette construction répond donc absolument à la théorie de Fresnel.

Si maintenant, dans l'expression de l'énergie $\alpha_0^2 S \lambda D$, nous supposons D constant d'un milieu à l'autre, l'équation des forces vives devient :

$$(\alpha^2 - \alpha'^2) \sin i \cos i = \alpha''^2 \sin r \cos r.$$

Et pour obtenir, avec cette équation, les quantités relatives de lumière que l'expérience vérifie, il suffit d'intervertir purement et simplement les équations de condition de Fresnel.

Mais dans ce cas les valeurs que l'on tire pour α, α', α'' de notre construction, tout en satisfaisant aux équations de condition, ne vérifient plus l'équation des forces vives. Il y a donc discordance entre les équations algébriques et la construction géométrique.

MM. Cornu et Potier ont prouvé que l'hypothèse de Neumann est inadmissible et leurs conclusions renferment implicitement au point de vue de la mécanique physique des enseignements précieux.

Soit a la vitesse de propagation des vibrations dans un corps donné dont le potentiel d'élasticité est en conséquence :

$$\frac{D}{Q} = a''^2 = P,$$

si, en vertu d'un effort dynamique, ce corps subit une condensation, son potentiel interne changera de :

$$\Delta P = a'^2 - a^2 = \alpha^2,$$

sa masse totale sera toujours la même :

$$VD = V'D'.$$

D'autre part, Q restant constant dans le même milieu :

$$\frac{a^2}{a'^2} = \frac{D'}{D} = \frac{V}{V'}$$

et il vient $\Delta P = a^2 \left(\frac{V}{V'} - 1\right)$ comme nous l'avons déjà vu.

$\frac{V'}{V} - 1$ n'étant autre chose que la condensation.

Réciproquement à toute extension du corps correspondra une variation α^2 du potentiel qui se transformera dynamiquement.

Le corps n'est que le véhicule de l'énergie, ses condensations emmagasinent sous forme de pression de l'énergie disponible, du potentiel, mais cette énergie ne devient dynamique, et en définitive il n'y a que celle-là, que lorsque les réactions du milieu interviennent, lorsqu'il se détend. L'expression potentielle et l'expression cinétique mesurent également le travail, mais il n'y a de travail physique effectif que là où l'on trouve de l'énergie cinétique effective. Dans les mouvements vibratoires les nœuds paraîtront dépourvus d'activité, celle-ci ne se révèlera qu'aux ventres.

Les expériences de M. Wiener démontrent que les nœuds et les ventres se trouvent aux points que leur assigne la théorie de Fresnel sur la perpendicularité des vibrations au plan de polarisation. Si, avec Neumann, on admet que celles-ci sont contenues dans le plan de polarisation, il y aurait un ventre là où Fresnel veut un nœud et réciproquement, et les expériences de M. Wiener prouveraient que la plaque sensible n'est impressionnée qu'aux nœuds, ce qui ne peut être.

En effet, l'impression photographique, quel que soit son mécanisme, exige un travail, travail préparatoire excitateur (1), ou travail dans le sens ordinaire.

Or ce travail ne peut lui être fourni par les nœuds dans lesquels on ne trouve que de l'énergie latente, énergie pression, énergie localisée suivant l'expression de M. Poincaré, énergie disponible, mais non effective encore.

Equations potentielles du phénomène. L'intensité lumineuse a la forme de l'intensité électrique. — Nous devons pouvoir remplacer dans les équations de Fresnel les expressions cinétiques par les expressions potentielles.

Equation de l'énergie : $$\frac{a^2}{h}(\varepsilon - \varepsilon') \sin r \cos i = \frac{a'^2 \varepsilon''}{h'} \sin i \cos r.$$

Equations de continuité
$$\begin{cases} 1^o \ \frac{a^2}{h}(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 = \frac{a'^2}{h'} \varepsilon'' \\ 2^o \ \frac{a^2}{h}(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 \cos^2 i = \frac{a'^2}{h'} \varepsilon'' \cos^2 r. \end{cases}$$

Ces équations conduisent aux mêmes résultats que les équations cinétiques.

Or, la première, l'équation des quantités de lumières peut, sans que rien soit changé dans ces résultats, être remplacé par :

$$\frac{a}{h}(\varepsilon - \varepsilon') \cos i = \frac{a'^2 \varepsilon''}{h'} \cos r,$$

si l'on observe que $a \sin r = a' \sin i$.

Les quantités de lumière incidente réfléchie et réfractée deviennent alors :

$$\frac{a\varepsilon}{h} \cos i, \quad \frac{a\varepsilon'}{h} \cos i, \quad \frac{a'\varepsilon''}{h'} \cos r,$$

et les intensités de la lumière ou quantités de lumière par unité de surface sont, puisque $\cos i$ et $\cos r$ sont proportionnels aux sections des rayons :

$$\frac{a\varepsilon}{h}, \quad \frac{a\varepsilon'}{h}, \quad \frac{a'\varepsilon''}{h'}.$$

Nous retrouvons donc l'intensité définie plus haut.

Ces intensités lumineuses ont les dimensions d'une intensité de courant électrique, lorsque dans l'expression $\frac{M^{1/2} L^{1/2}}{T}$ on fait $M = L$, en vertu de la relation de dimensions que nous connaissons.

Si $\frac{a\varepsilon}{h}$ est la mesure dans le système électrodynamique appelé communément électromagnétique d'une intensité de courant électrique, la même intensité du même courant sera mesurée en unités statiques par $\frac{a\varepsilon}{h} \times a = \frac{a^2\varepsilon}{h}$.

Or nos équations sont pour la première polarisation, par exemple :

Equation des intensités : $$\frac{a}{h}(\varepsilon - \varepsilon') \cos i = \frac{a'}{h'} \varepsilon'' \cos r;$$

Equation de continuité : $$\frac{a^2}{h}(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 = \frac{a'^2}{h'} \varepsilon'',$$

ce qui semble bien indiquer ainsi qu'il résulterait de certaines particularités des expériences du Dr Hertz un phénomène électromagnétique ou dynamique dans le plan d'incidence et un phénomène statique dans le plan de séparation.

Les explications que nous avons données plus haut quant au mécanisme de la propagation de l'énergie dans un milieu devaient le faire prévoir.

En effet, les phénomènes statiques sont ceux dans lesquels l'énergie interne du milieu $a^2 = \frac{Q}{D}$ intervient. Le choc des ondes lumineuses contre la surface de séparation produit des condensations telles que $a^2\gamma$ dans l'un et l'autre milieu, et tout se réduit à un échange de condensations ou de pressions entre l'un et l'autre milieu. C'est un phénomène statique; l'équation de continuité $\frac{a^2}{h}(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 = \frac{a'^2\varepsilon''}{h'}$ en est la traduction on ne peut plus simple.

L'équation des forces vives peut donc être remplacée par une équation entre intensités électriques ou entre quantités d'électricité, qui répond à la première loi de Ohm.

Ces équations se simplifient encore si l'on remarque que $\frac{a}{h} = \frac{a'}{h'}$ puisque h et h' sont les quarts de longueur d'onde et que le temps T est le même (Fresnel) pour l'un et l'autre milieu.

Elles deviennent pour la première polarisation et pour la seconde :

$$(\varepsilon - \varepsilon') \cos i = \varepsilon'' \cos r; \qquad (\varepsilon - \varepsilon') \cos i = \varepsilon'' \cos r;$$
$$a(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 = a'\varepsilon''; \qquad a(\sqrt{\varepsilon} - \sqrt{\varepsilon'})^2 \cos^2 i = a'\varepsilon'' \cos^2 r;$$

qu'on aurait pu obtenir également en partant de l'expression potentielte $QS\varepsilon$ de l'énergie.

Nous savons d'ailleurs quel est le sens mécanique de ε allongement ou condensation totale.

$\varepsilon \cos i$, $\varepsilon' \cos i$, etc., sont des quantités de lumière mesurées dans le système électromagnétique en tenant compte de la relation de dimensions $M = L = Q$ qui permet d'identifier les dimensions de la force d'Ampère $\left(\frac{Q^2}{T^2}\right)$, de la force mécanique $\left(\frac{ML}{T^2}\right)$, de la force de Rowland $\left(\frac{Q^2}{L^2} \cdot \frac{L^2}{T^2}\right)$, etc., de lever toutes les contradictions que révèle l'examen du système électrostatique par exemple, de montrer qu'il n'y a qu'un système absolu de dimensions pour une dimension donnée de la force, que l'énergie, et en général une grandeur physique quelconque, ne peut avoir deux séries discordantes de dimensions, et que le système statique n'est qu'un cas particulier du système dynamique général, toutes questions qui ont été traitées précédemment.

CLAVENAD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur des travaux de la Ville de Lyon.

ERRATUM. — Dans la partie de cette étude, parue dans le dernier numéro du *Génie Civil* (tome XX, n° 3),

Au lieu de (page 41, deuxième colonne, ligne 18):
On peut l'exprimer *cinétiquement.*
Il faut lire :
On peut l'exprimer *autrement.*

(1) Note de M. Berthelot, Comptes rendus de l'Académie, 9 février 1891.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

REVUE DES QUESTIONS OUVRIÈRES

La grève des verriers a pris naissance dans un congrès d'ouvriers verriers du Nord et du Rhône, tenu à Lyon du 2 au 6 septembre. Toutes les verreries de France, sauf celle de Baccarat, étaient représentées. La journée de huit heures, l'unification des tarifs, la suppression des tournants, du choix, des garnitures, la gratuité du logement, l'arrêt du dimanche, furent les principales résolutions prises au Congrès. Le 2 octobre, les patrons se réunissaient à Paris et repoussaient les réclamations des ouvriers, qui se mirent en grève dès le 4 octobre. A la suite d'une interpellation de M. Dumay, demandant à la Chambre des députés que le Gouvernement intervînt pour amener une entente entre les ouvriers et les patrons, M. Jules Roche, ministre du Commerce et de l'Industrie, déclara que le Gouvernement doit rester neutre en pareille matière, mais il promit de déposer à bref délai un projet de loi sur l'arbitrage. Les ouvriers de Rive-de-Gier ont sollicité du Ministre du Commerce une réunion de patrons et d'ouvriers pour arriver à une entente. Les conseils de prud'hommes ont condamné les verriers grévistes à des indemnités

Digitized by Google

qui varient de 100 à 300 francs pour abandon spontané de leur ouvrage, en violation de leurs contrats d'embauchage.

Le journal le *Temps* a publié dernièrement quelques renseignements sur les chiffres des salaires à Fourmies.

Les souffleurs gagnent de 11 fr. 66 à 15 fr. 33 ; le salaire le plus faible est celui des cueilleurs, qui varie de 4 francs à 5 fr. 16.

Dans une étude communiquée à la réunion de la Société d'économie sociale (1), M. Princeteau, qui a été choisi deux fois comme conciliateur par les verriers des Landes et du Bordelais, au moment de leurs grèves de 1890 et 1891, a insisté sur la néfaste influence de la fédération des verriers. Il a signalé les importants services que pourrait rendre, en cas de grève, un tribunal d'arbitres composé de clients, qui sont les premiers intéressés à la bonne entente des patrons et des ouvriers.

Plusieurs membres du Comité de la Réforme sociale, présents à la séance, ont fait à ce sujet de précieuses communications sur l'arbitrage, que la grève du Pas-de-Calais vient de remettre à l'ordre du jour. M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, a en effet déposé mardi son projet de loi sur l'arbitrage. Ce projet établit l'arbitrage *facultatif* en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers. La décision des arbitres n'aura que des sanctions morales. Les conseils d'arbitrage pourront être transformés en conseils permanents, prévenant et réglant les différends collectifs. On le voit, la plus grande prudence a inspiré M. le Ministre. Il n'a voulu intervenir que très indirectement entre les patrons et les ouvriers : il facilite l'arbitrage, mais n'y oblige pas. L'Etat ne peut ni ne doit faire plus.

La grève du Pas-de-Calais. — Les mineurs de tout le bassin du Pas-de-Calais se sont mis en grève le 16 novembre. Cette nouvelle grève avait été précédée de celle de Vicoigne, qui a duré 86 jours et qui avait donné peu de résultats pour les mineurs. En effet, le travail avait été repris à la condition seulement que les pensions seraient portées de 360 à 540 francs. Celle de Marles, éclatée à la fin d'octobre, a été la cause de celle de tout le bassin. Les principales réclamations des mineurs portent sur la meilleure répartition des salaires, le salaire de 5 fr. 50, la réforme des caisses ouvrières, la journée de huit heures, la réintégration des ouvriers renvoyés pour faits de grève ou organisation des syndicats.

Le Comité des houillères répondit qu'effectivement les salaires sont de 5 fr. 50 + 20 %, que lui aussi désirait voir aboutir les projets parlementaires sur la réorganisation des caisses, que la journée de travail effectif est de 8 h. 08, et que les Compagnies entendent conserver le droit de renvoyer leurs ouvriers comme ceux-ci ont celui de s'en aller.

Ces trois desiderata : la limitation par la loi des heures de travail, la réorganisation des caisses de secours, une importance plus grande donnée aux syndicats, forment tout un programme, qui peut servir de cadre à notre revue d'aujourd'hui.

Limitation par la loi des heures de travail. — Comme le Comité des houillères l'a fait remarquer dans sa réponse aux mineurs, le travail effectif dans les mines, d'après la statistique officielle, est de huit heures huit minutes, la présence totale, montée et descente comprises, étant de neuf heures quatre minutes. Ce desideratum des trois huit, qui semble être la base des revendications ouvrières, est donc satisfait.

M. Fay, dans la *Revue d'économie politique* (2) étudie avec un soin tout particulier la limitation de la journée de travail en Suisse. Il y a quatorze ans (23 mars 1877) que la durée maximum de la journée de travail y a été fixée à onze heures, coupées par trois heures de repos. Le canton de Glaris en avait même tenté l'expérience depuis 1872. La loi ne s'applique pas aux travaux accessoires, elle admet des autorisations temporaires de prolongation de la journée et l'exécution de certains d'entre eux en dehors de la durée légale, mais le Conseil fédéral a en outre le droit d'imposer une journée plus courte aux industries insalubres. Les gouvernements cantonaux sont chargés de faire observer la loi. Les inspecteurs permanents, institués par le Conseil fédéral, n'ont pas le pouvoir de prendre des mesures, ils doivent seulement faire leur rapport à l'autorité cantonale et au département fédéral de l'industrie et de l'agriculture.

Pendant les premières années la loi fut peu respectée, malgré les nombreuses et faciles autorisations délivrées par les cantons. Les patrons et les ouvriers étaient hostiles au nouveau règlement. L'autorité, elle-même, fermait les yeux. Pour rendre tout contrôle impossible, on divisait les ouvriers en équipes, prenant le travail à différentes heures. Dès 1883, la cause est gagnée, les cantons ne sont plus complices des contraventions, les ouvriers facilitent les recherches des inspecteurs en signalant les irrégularités commises, les patrons qui avaient craint des difficultés sont revenus sur leur opinion première, l'activité a compensé le temps perdu, grâce à l'introduction de primes plus nombreuses ; la diminution des salaires constatée au commencement a disparu à peu près et la santé est meilleure. Aujourd'hui, on réclame la journée de dix heures : le département fédéral de l'industrie et de l'agriculture étudie la réduction à dix heures, neuf heures et huit heures, mais les paysans lui sont défavorables. L'inégalité dans l'accord des autorisations par les différents gouvernements cantonaux pour les mêmes industries, le manque d'énergie des tribunaux, l'insuffisance des pouvoirs des inspecteurs, l'indétermination des conditions auxquelles les autorisations devaient être subordonnées, avaient été les causes retardatrices de ce succès.

De son côté, le Sénat français a voté, le 27 octobre 1891 et le 5 novembre 1891, la journée de dix heures pour les garçons au-dessous de 18 ans et les filles mineures. A la suite d'un débat auquel prit part M. Jules Simon, pour rappeler combien il était nécessaire de réglementer aussi la durée de travail des femmes, ce qui leur permet de s'occuper plus de leurs enfants, les femmes n'ont cependant pas été comprises dans la loi. C'est M. Béranger qui a obtenu des sénateurs cette modification au projet. Il a fait remarquer que la limitation de la durée du travail des femmes entrainerait celle du travail des hommes adultes et que cette question est trop grave pour ne pas mériter d'être abordée à part et directement. La loi modifiée est revenue à la Commission de la Chambre des députés qui, conformément à la proposition du Gouvernement, a rétabli à la majorité la limitation à dix heures du travail des femmes.

Quelques observations prises dans le rapport des membres de la Commission supérieure du travail permettront de se rendre compte de l'importance de cette loi.

Le nombre des filles mineures et des enfants inspectés a été de 289 660 personnes en 1890, comprenant 165 862 enfants de 10 à 16 ans et 123 798 filles mineures de 16 à 21 ans. Le nombre des enfants de 10 à 12 ans diminue de plus en plus. L'obligation du livret créé par la loi du 2 juillet 1890 pour les apprentis et les filles mineures a beaucoup facilité le travail des inspecteurs. Ces derniers se plaignent cependant de ne pas trouver auprès des parquets un appui assez actif.

Réorganisation des caisses ouvrières. — M. de Bœdiker, président de l'office impérial des Assurances, en Allemagne, a fait préparer une carte de déclaration d'accidents relatifs à l'agriculture, dont le Bulletin du Comité permanent des accidents du travail (1) donne la reproduction. Les travaux des champs étant partout les mêmes, il espère que les résultats donnés par ces statistiques auront un caractère international.

Le Bulletin donne aussi le texte d'un projet de loi sur les Assurances contre les accidents de travail déposé le 17 mai 1890 sur le bureau de la Chambre des représentants de la Belgique. Ce projet demande l'assurance obligatoire. Les patrons qui auraient satisfait à la loi seraient déchargés de toute autre responsabilité envers leurs ouvriers. La prime d'indemnité serait payable, pour les $^{7}/_{10}$ par les chefs d'industrie, pour $^{1}/_{10}$ par le bureau de bienfaisance ou l'Etat; les $^{2}/_{10}$ restants seraient à la charge de l'ouvrier. Les patrons auraient la faculté ou d'assurer eux-mêmes leurs ouvriers en formant une association de patrons de même industrie, ou de les assurer à des Compagnies déterminées. Les usines, employant plus de 2 000 hommes, pourraient créer une caisse particulière, après avoir versé à l'Etat un cautionnement. Une chambre arbitrale, composée par parties égales de patrons et d'ouvriers, trancherait les différends. Une Commission a été chargée de l'examen de ce projet qui a été pris en considération.

Le 8 juillet 1891, la Chambre des Députés a voté une loi relative à l'hygiène et à la sécurité du travail dans les ateliers industriels. Les inspecteurs du travail seront chargés de dresser les procès-verbaux et de faire un rapport annuel. Les locaux industriels, dit la loi, doivent être propres et aérés, ils doivent remplir toutes les conditions de sécurité et de salubrité nécessaires à la santé du personnel. Les machines et les accessoires dangereux, courroies, engrenages, etc. devront être séparés des ouvriers, de telle sorte que l'approche n'en soit possible que pour les besoins des services. Des amendes seront infligées aux industriels qui auront négligé de se conformer à la loi.

Syndicats professionnels. — Le Ministère du Commerce et de l'Industrie a fait paraître dernièrement l'*Annuaire des Syndicats professionnels pour 1891* (2). Les syndicats légalement constitués sont au nombre de 3 253. Le nombre des syndicats irréguliers, qui comprenaient les $^{2}/_{3}$ des syndicats ouvriers, lors de la promulgation de la loi sur les syndicats en 1884, a constamment diminué, depuis cette époque. Il a passé de 480 en 1884 à 127 en 1890. Ce résultat est important. Le rapport établit, en outre, qu'il y a 5,3 % de patrons syndiqués, 2 % d'ouvriers et employés; 8,7 % d'agriculteurs : c'est-à-dire que 7 % de tous les travailleurs font partie de syndicats. Les industries les plus syndiquées sont celles du bâtiment (322 syndiqués), métallurgie et annexes (163), boulangerie (162), livre (132), tissage et filature (103).

Les mineurs et avec eux M. Basly, lors de son interpellation du 19 novembre, ont réclamé le vote de la loi Bovier-Lapierre, qui proposait de punir de prison et de l'amende tout patron qui se refuserait à embaucher ou congédierait un ouvrier, membre d'un syndicat. Cette loi, votée par la Chambre des Députés, échoua au Sénat. M. Bovier-Lapierre a repris son projet et le représente sous une autre forme, qui n'aura probablement pas plus de succès au Luxembourg.

L'assurance obligatoire contre les accidents a motivé en Allemagne la création de 64 syndicats professionnels (3). Dans leur dernier Congrès, en 1891, ces associations ont décidé la création d'hôpitaux spéciaux et de maisons de convalescence. Chaque syndicat contracterait, à cet effet, des emprunts dont il aurait la charge, ou la loi l'autoriserait à user des fonds de réserve en excès. Le Congrès s'est encore occupé d'une statistique des salaires et d'un règlement indiquant les moyens d'éviter les accidents.

Coopération. — M. Fougerousse donne dans la *Réforme sociale* (4) un aperçu de la *Société coopérative des employés de l'Etat.* Cette Société existe depuis 1888. Ses rentes s'élèvent cette année à 5 millions de francs et elle compte 8700 membres. Le boni net réalisé est de

(1) ***Réforme sociale,*** bulletin du 16 octobre 1891.

(2) ***Revue d'économie politique*** (septembre-octobre 1891).

(1) *Bulletin du Comité permanent des accidents du travail,* septembre-octobre, 1891.

(2) *Bulletin du Ministère du Commerce.*

(3) *Économiste,* 31 octobre 1891.

(4) *Réforme sociale,* 16 novembre 1891.

Digitized by Google

37 francs par membre achetant en moyenne pour 800 francs. L'auteur expose ensuite l'état actuel de la maison Cozette, d'Amiens, qui assiste 1674 personnes. M. Maze (1) dont le *Génie Civil* (2) enregistrait dernièrement la perte, estimait que la coopération n'est ni socialiste, ni communiste, ni collectiviste, mais une école d'ordre et de prévoyance, qui permet la création d'un capital au profit de l'ouvrier. Si l'ouvrier, imprévoyant de sa nature, doit être encouragé à l'économie par tous les moyens possibles, ses tuteurs naturels, les patrons, doivent lui être conservés.

M. Leroy-Beaulieu, dans son *Etude sur la grève du Pas-de-Calais* (3), dit avec raison que l'ouvrier n'a pas les connaissances techniques suffisantes pour gérer avec fruit les caisses de secours instituées à son avantage et les résultats presque négatifs qu'a donnés le *legs Barbet-Batifol* (4) viennent à l'appui de cette opinion. Ce legs a fondé un prix annuel de 10 000 francs qui est décerné à une couturière méritante pour lui permettre de s'établir. Depuis 1885, toutes les lauréates, sauf deux, ont mangé leur capital, sans arriver à créer une maison prospère.

L'apprentissage dans les ateliers des compagnies de chemins de fer (5) donne la preuve de l'importance que ces compagnies attachent à l'emploi d'ouvriers habiles. M. Sauvage, Ingénieur aux ateliers de l'Est, constate que la main d'œuvre expérimentée augmente les salaires, abaisse les prix de revient, et réduit le nombre des heures de travail tout en augmentant la production. Voilà certes de beaux résultats et qui justifient les sacrifices que les compagnies se sont imposés pour les obtenir. Dans leurs écoles, l'étude est partagée entre les cours, le travail manuel et le dessin ; l'apprentissage dure trois ans; la limite inférieure d'âge pour l'admission oscille entre 12 et 14 ans.

La Compagnie du Nord compte 200 apprentis, celle de l'Est 250. Les frais sont importants. Dans la première année l'apprenti ne produit presque rien, dans la seconde année son travail couvre à peu près ses dépenses, dans la troisième année il dépasse ses dépenses et couvre la fraction de frais généraux qui lui sont imputables. L'auteur conclut que l'introduction de l'apprenti dans l'atelier sans précautions spéciales a de nombreux inconvénients.

Max Duchanoy,
Ingenieur civil des Mines.

INFORMATIONS

Ecole spéciale d'architecture.

Séance d'ouverture (10 novembre 1891).

L'Ecole spéciale d'architecture, cette œuvre utile et intéressante due à l'initiative privée et dirigée par notre éminent collaborateur M. Emile Trélat, député de la Seine, a inauguré sa nouvelle année scolaire le 10 novembre, sous la présidence de M. Bardoux, ancien Ministre, Président du conseil de l'Ecole, assisté des professeurs, de MM. Ravaisson, Coquart, Roty, Vaudremer, membres de l'Institut, Buquet, vice-président de la Société des Ingénieurs civils, Jacques, député, etc.

Dans une chaleureuse allocution, le Président a rappelé le passé et les succès de cette œuvre à laquelle il est attaché et qu'il suit depuis vingt ans, puis il a donné la parole à M. Emile Trélat.

Nous ne pouvons relater ici *in extenso*, le savant discours de notre collaborateur, dans lequel se trouvaient résumés tous les principes généraux de l'excellent enseignement qui est donné à l'Ecole spéciale d'architecture. Nous en reproduirons seulement deux passages d'un haut intérêt par le point de vue artistique et utilitaire auquel l'orateur s'est placé.

En parlant de *l'unité de composition* en architecture, M. Emile Trélat s'est exprimé ainsi :

L'impérieuse condition, à laquelle tout édifice doit satisfaire pour prendre rang dans l'art, c'est *l'unité de composition*. On peut concevoir et ériger des édifices, d'ailleurs fort respectables dans leurs utilités, mais absolument dépourvus de valeur architecturale. Ils auront peut-être des qualités de solidité, d'économie, de commodité même, toutes choses nécessaires et précieuses assurément; mais les yeux ne verront en eux qu'une suite de formes désordonnées ou restées incohérentes. Ce sont des édifices que l'architecture ne reconnait pas. Nous disons qu'ils n'ont pas été composés, leurs éléments formels n'ayant pas été proportionnés, réduits en valeur, ordonnés. L'unité plastique leur manque. L'Ingénieur peut et doit souvent s'en contenter, en considération de la nature des ouvrages qui lui sont confiés et qui, dans la plupart des circonstances, répondent exclusivement et uniquement à des services matériels, sont éloignés des foules et échappent à la critique des yeux. Il n'en est pas de même des tâches confiées à l'architecte. Ses œuvres à lui prennent place dans la vie courante des sociétés; elles se montrent en pleine cité; chacun les voit et les revoit sans cesse; elles excitent ses joies, si elles sont plaisantes au regard, ou elles engendrent sa souffrance, si elles manquent de décence ou de tenue. D'ailleurs, il ne faut pas oublier qu'en même temps qu'elles servent les besoins journaliers des hommes, elles sont entre eux de véritables traits d'union dans la permanence de leurs rapports intellectuels et moraux. N'enveloppent-elles pas, en effet, tous les instants de notre existence ? Et, par là, ne courent-elles pas la chance d'être attractives ou répulsives, aimées ou détestées. Telle est la condition de l'édifice architectural. Il doit, en conséquence, tenir son rang, et pour cela être pour le moins ferme en son port, soigné dans sa mise, franc dans son expression et correct en tous points. Tout cela se jugeant par les yeux, est affaire de composition plastique.

L'architecte doit être plasticien, inventeur de silhouettes et de perspectives, arrangeur de pleins et de vides, mesureur de rapports et d'échelles, ordonnateur de valeurs et de reliefs, distributeur de lumières et d'ombres; en un mot, compositeur de formes.

. . . . . .

M. Trélat envisageant ensuite l'hygiène et la salubrité des villes dans leurs rapports avec l'architecture s'est exprimé ainsi :

Les Sociétés modernes se ramassent sans répit en agglomérations de plus en plus populeuses et de plus en plus denses. C'est la loi même de la civilisation. Mais dans ces centres comprimés, les constructions se cachent réciproquement le soleil, se ferment réciproquement l'accès de la lumière et de l'air libre, facilitent le logement des poussières et des crasses que l'homme sédentaire engendre autour de lui, en rendent réciproquement l'expulsion difficile et la permanence menaçante. Là, les conditions de vie diminuent, la santé s'étiole, les maladies naissent, s'installent et se propagent; l'existence décroit et s'accourcit. C'est un nécessaire et palpitant problème à résoudre que la restitution de la salubrité dans les villes.

Sa solution commande à la Science des préceptes, aux Parlements des lois, à l'État des règlements, aux municipalités des ressources, aux citoyens, des soins et des habitudes d'hygiène. La Science a rempli son rôle. Mais tout le reste, en réalité, serait sans portée si l'architecte n'intervenait dans l'aménagement des habitations et des lieux publics et n'y apportait une entière compétence de ce qu'on peut appeler aujourd'hui les règles de la salubrité.

. . . . . .

Une ère nouvelle s'ouvre dans le champ d'application de l'architecte, qui voit son rôle s'étendre. Les villes vont systématiquement installer leurs assainissements. En France, Paris avait ouvert la marche sous l'ardente initiative de Durand-Claye, mort à la tâche. Il s'attarde en ce moment; mais d'un coup, Marseille vient d'organiser la plus belle entreprise de salubrité des temps modernes. Moyennant son emprunt de 33 millions, la seconde ville de la République, son plus beau port, va transformer en cinq ans son état sanitaire aujourd'hui si misérable, puisque la mortalité y dépasse 30 sur 1 000, et l'amener, on peut l'assurer, aux conditions des cités populeuses les plus saines.

. . . . . .

Association des chimistes de sucreries et de distilleries.

L'Assemblée générale de cette association a eu lieu les 7 et 8 septembre dernier.

La première séance, à laquelle assistaient un grand nombre de chimistes, de fabricants de sucre et de constructeurs, a été ouverte par M. Gallois, Ingénieur, président de l'Association, qui, dans un discours très écouté, a fait connaître la situation prospère de la Société, qui compte actuellement 548 membres, parmi lesquels figurent bon nombre de fabricants de sucre, nouveaux adhérents. Cette situation grandit tous les jours par l'importance de ses travaux et suit constamment une marche ascendante.

L'assemblée a procédé ensuite à la lecture et à la discussion des rapports sur les questions mises à l'étude pendant le dernier exercice, et qui ont donné lieu à de nombreux et intéressants mémoires.

Entre autres questions traitées citons :

L'unification des méthodes d'analyses; — Méthode rapide de dosage de l'eau dans les masses cuites, les égouts et les mélasses de tous jets; — Culture et lavage des betteraves; — Avantages du transporteur hydraulique, son meilleur mode d'installation; — Pertes en sucre éprouvées par les betteraves dans le transporteur; — Détermination du meilleur nombre de diffuseurs à employer; — Quel est le système de couteaux employé? — Quel système d'affûtage? A ce sujet il a été question de l'affûtage électrique, qui a fait l'objet d'une intéressante étude de M. Lalo, que nous publierons prochainement; — Comment pratique-t-on le chauffage à la diffusion? par injecteurs ou calorisateurs? avantages et inconvénients; — Teneur en sucre interverti des jus de betteraves et des jus de diffusion; — La carbonatation; — Le chaulage des jus des usines centrales et des râperies; — Les sels de chaux en sucrerie; — L'évaporation des jus; — La clairce et le turbinage; — La cristallisation des jus de 2e jet; — Les enduits calorifuges et leur économie; — Le contrôle chimique de la fabrication; etc. — L'emploi du gaz à air carburé; — L'analyse des mélasses; — Sur le dosage de la fécule et de l'amidon en distillerie.

M. Fribourg a rendu compte du résultat de ses travaux concernant la destruction du ver blanc (man) au moyen du champignon *(botrystis tenella)*.

La réunion s'est terminée par la distribution des récompenses, consistant en médailles de vermeil, d'argent et de bronze, accordées aux meilleurs mémoires sur les questions traitées.

Schield Treherne.

Le chemin de fer transcaspien.

Le *Journal de Saint-Pétersbourg* publie l'information suivante, qu'il nous paraît intéressant de relater:

Le *Grajdanine* rappelle que bien des doutes ont été émis sur la solidité des constructions du chemin de fer transcaspien. Notre confrère attribue ces attaques à la malveillance, voire même à la jalousie, et il croit savoir que l'impression produite par la grande œuvre du général Annenkow sur M. le Ministre des Finances et sur le directeur du département des chemins de fer, à l'époque où ils ont visité l'Asie centrale, lui a été particulièrement favorable.

Une réunion d'Ingénieurs spécialistes qui viennent d'examiner la voie en détail a abouti aux mêmes conclusions que les deux hommes d'Etat cités par le *Grajdanine*. Les attaques sus-mentionnées ne sont nullement confirmées; tout au contraire, la réunion des Ingénieurs a formulé un avis au plus haut degré favorable à l'entreprise. A ce propos, M. Klimtchitsky, le président de ladite réunion, vient d'adresser au constructeur de la ligne un télégramme ainsi conçu :

« La réunion des Ingénieurs, ayant terminé la revision de la ligne transcaspienne, croit de son devoir de dire combien lui inspirent d'estime l'énergie et les travaux du général Annenkow, grâce auxquels les difficultés exceptionnelles d'une entreprise d'une aussi sérieuse portée ont pu être si brillamment vaincues. »

Notre confrère termine en disant que, de cette façon, l'opinion du chef de l'administration financière de la ligne transcaspienne se trouve confirmée par les premiers spécialistes en matière de construction de chemins de fer.

(1) *Revue des institutions de prévoyance*, octobre 1891.
(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 27, p. 447.
(3) *Économiste*, 21 novembre 1891.
(4) *Économiste*, 14 novembre 1891.
(5) Sauvage, *Bulletin de la Société de protection des apprentis*, juillet-août-septembre 1891.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 6 novembre.

Présidence de M. E. Polonceau.

Suite et fin de la discussion du projet de Paris-Port-de-Mer. — M. Bouquet de la Grye, qu'une indisposition empêche d'assister à la séance, envoie par lettre les réfutations aux critiques faites précédemment à son projet. Il conclut qu'il ne faut pas comparer, au point de vue des tirants d'eau, le canal de Paris à celui de Suez, mais à des ports tels que Bordeaux et Rouen ; que les aménagements du port de Paris sont prévus pour un tonnage pouvant payer les intérêts du capital, et qu'au fur et à mesure que le tonnage augmentera, on allongera les warfs.

M. Vauthier expose les raisons techniques qui s'opposent, selon lui, à l'exécution du canal projeté. Il est partisan que les navires avancent le plus possible dans les terres, mais à la condition que ce soit en terrain plat, et non par un *escalier*, comme il faut en réaliser au moyen d'écluses pour atteindre la cote de Paris au-dessus du niveau de la mer.

M. Lebrun considère que ce projet répond à un besoin et qu'il est utile d'examiner les moyens de le rendre exécutable.

MM. Badois, Roy, de Bovet, Fleury, de Coene insistent sur l'importance des critiques qui ont été exposées précédemment.

M. Polonceau croit qu'avant de créer Paris-Port-de-Mer, il vaudrait mieux améliorer les cours d'eaux, et obtenir les transports à bon marché par un abaissement des tarifs des chemins de fer.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale.

Séance du 23 octobre 1891.

Procédé de secretage. — M. Courtonne communique à la Société un nouveau procédé de secretage de son invention, sans mercure. On appelle secretage l'opération qui a pour but de rendre feutrables les poils de lapins ou de lièvres pour la fabrication des chapeaux de feutre.

Ce traitement consiste à mouiller les peaux du côté du poil avec le *secret*, dissolution plus ou moins étendue de nitrate acide de mercure. Pour faire cette opération, l'ouvrier secreteur, à l'aide d'une brosse trempée dans la dissolution mercurielle, frotte le poil plusieurs fois jusqu'à ce que celui-ci soit bien imprégné. On porte ensuite les peaux à l'étuve chauffée de 50 à 75 degrés ; ces dernières, une fois sèches, sont mouillées à l'eau pure pour leur rendre la souplesse et dès lors elles sont livrées à l'industrie qui prend le poil pour la fabrication du feutre, et le cuir pour la préparation des colles.

Malheureusement, l'emploi du nitrate de mercure fait du secretage l'industrie la plus malsaine qui existe. M. Courtonne est arrivé à substituer au sel de mercure un produit absolument inoffensif et qui, tout en permettant d'obtenir les mêmes résultats exigés par l'industrie, abaisse le prix de revient du secretage de plus de 40 °/₀. Il présente, du reste, à la Société plusieurs échantillons de peaux et de poils secretés sans mercure, ainsi que des chapeaux souples, apprêtés, teints et non teints, fabriqués avec des poils secretés par son procédé.

Unification des filetages. — M. E. Sauvage, Ingénieur à la Compagnie de l'Est, fait à la Société la communication suivante :

Les vis et les écrous, d'un emploi si fréquent, sont établis suivant des règles très variées, ce qui rend difficile leur remplacement, augmente les approvisionnements et multiplie outre mesure les outillages pour leur fabrication.

Plusieurs systèmes de filetage uniforme ont été déjà proposés, mais sans succès, du moins en France.

Trois éléments déterminent une vis, la forme du filet, la relation entre le pas et le diamètre, enfin le sens d'enroulement. L'enroulement dit *à droite* est presque toujours adopté, sauf motifs particuliers. Le filet est, à l'exception de vis spéciales, formé par un triangle isocèle à angles arrondis ou tronqués. L'angle au sommet varie : les angles très aigus sont à condamner, car, à pas égal, ils réduisent trop le diamètre du boulon. On ne peut guère hésiter qu'entre le triangle dont la hauteur égale la base (Whitworth) et le triangle équilatéral (marine française, Sellers). La troncature droite de la marine française et de Sellers est bien plus pratique que les angles arrondis souvent adoptés : le boulon conserve exactement son diamètre extérieur, et les outils qui coupent les vis n'ont que des parties rectilignes, faciles à exécuter et à entretenir.

La relation entre le pas et le diamètre détermine la rampe ou inclinaison de l'hélice moyenne sur le plan normal à l'axe : de cette rampe dépend le serrage produit par l'écrou pour un même effort exercé sur la clef ; avec un pas trop fin, le montage des écrous est long, et l'on risque d'arracher les filets, à moins d'une exécution parfaite ; avec un pas trop gros, le desserrage spontané devient trop facile. On tient la rampe à peu près constante, mais en évitant pour le pas les fractions de millimètre autres que le demi-millimètre.

Pratiquement, la meilleure forme est celle que l'on fabrique le plus facilement : le système de la marine française, déjà adopté par certains constructeurs, paraît le plus simple.

Tout en donnant des règles applicables à tous les diamètres, il serait bon de recommander l'emploi d'un petit nombre de diamètres de préférence aux autres.

Une fois le système de filetage choisi, quelques précautions seraient nécessaires pour en tirer un des plus importants avantages, la faculté de changer entre elles les pièces de mêmes dimensions, quelle que soit leur origine. Il faut pour cela que la surface théorique des vis soit toujours considérée comme une limite infranchissable, les boulons restant en dedans, et les écrous en dehors. Dans les constructions soignées, on se rapprochera beaucoup de cette surface théorique ; dans les constructions ordinaires, on s'en écartera davantage, et toujours assez pour être sûr que les erreurs ne changeront pas de sens. Les calibres de vérification doivent être établis pour satisfaire à cette condition essentielle.

La question de l'unification des filetages mérite d'être étudiée, ce serait rendre un grand service aux constructeurs en substituant des règles simples au désordre actuel. Une enquête préalable auprès des principaux intéressés serait utile.

Lampe au magnésium. — M. Dronier présente à la Société une lampe au magnésium dont il donne la description. Elle a une puissance de lumière régulière et peut brûler sans extinction pendant 24 heures. La lumière qu'elle peut produire avec un kilogramme de magnésium est égale à celle produite avec 130 kilogr. de bougie, 180 kilogr. d'huile, 80 kilogr. de pétrole ou 230 mètres cubes de gaz d'éclairage. Les frais de première installation sont très minimes ; de plus ces lampes suppriment les causes d'incendie et d'extinction. Elles brûlent 40 grammes de magnésium à l'heure, or ce dernier coûtant 50 fr. le kilogr., la dépense horaire est de 2 francs. Mais M. Dronier fait remarquer qu'avec les procédés métallurgiques nouveaux, le magnésium pourra s'obtenir bientôt à meilleur compte et à ce moment, l'éclairage à l'aide de la lampe présentée, ne sera plus d'un prix trop élevé.

Chauffage au pétrole. — M. Brousset présente un système de chauffage au pétrole qui a pour résultat d'éviter les explosions tout en procurant les avantages industriels dont les principaux sont : économie de combustible ; économie de temps ; possibilité de varier les formes de l'appareil ainsi que sa contenance, permettant une durée de marche illimitée ; fermeture hermétique après arrêt ; faculté de remplir aisément tout l'appareil et de lui faire prendre toutes les positions, même celles réputées dangereuses.

L'essence prise à froid au départ se transforme successivement jusqu'à l'état de vapeur sèche en pression.

Pour démontrer l'inexplosibilité, on place sur le récipient un manomètre qui indique au plus 2 à 3 cinquièmes d'atmosphères pendant toute la durée de la marche.

Si, à l'aide d'une autre lampe, on surchauffe le récipient, l'appareil s'éteint de lui-même avant que la pression atteigne 2 atmosphères.

Si on cesse de surchauffer et qu'on rallume l'appareil, il continue de fonctionner pendant que la pression redescend pour se maintenir à 3 cinquièmes.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

Le Pétrole et ses applications, par Henry Deutsch. Un volume in-8° illustré, de 320 pages. Librairies-imprimeries réunies, ancienne maison Quantin, May et Motteroz, directeurs, Paris, 1891. — Prix : broché, **5** francs, cartonné, **6** francs.

L'œuvre de vulgarisation scientifique à l'usage des étudiants, des curieux et des gens du monde, entreprise par les éditeurs de la *Bibliothèque des Sciences et de l'Industrie*, avec le concours de MM. Pichot et Grangier, a, dès son début, trouvé partout l'accueil le plus favorable. Encouragée par les suffrages de la presse et du public, l'ancienne maison Quantin vient de faire paraître le cinquième volume de la collection, qu'elle a demandé à notre collaborateur du *Génie Civil* M. Henry Deutsch, spécialiste émérite, sous ce titre : *Le Pétrole et ses applications.*

Dans ce livre, aussi intéressant au point de vue documentaire qu'au point de vue pittoresque, les savants, comme les gens du monde, puiseront des renseignements utiles, présentés sous une forme de style nette, vive et attachante ; le plan en a été, d'ailleurs, très heureusement conçu. Après avoir expliqué la formation du pétrole et fait connaître les lieux de gisements, ainsi que leur mode d'exploitation, l'auteur entre dans les plus grands détails sur ses propriétés physiques et chimiques et sur le raffinage ; la dernière partie de l'ouvrage nous initie aux applications du pétrole à l'éclairage, au chauffage, à la production de la force motrice, etc.

Outre les nombreuses illustrations qui éclaircissent pour les yeux les descriptions du texte, l'ouvrage contient encore une carte donnant la vue de districts pétrolifères du Caucase et de Pensylvanie, d'après le Panorama du Pétrole édifié pour l'Exposition de 1889, dont cet ouvrage consacre en quelque sorte le souvenir.

Rien, comme on le voit, n'a été négligé pour mettre ce livre dans tout son relief et lui assigner le rang qu'il mérite à côté des autres volumes précédemment parus de cette utile collection : *les Sciences expérimentales*, *la Houille et ses dérivés*, *les Chemins de fer* et *la Navigation maritime*. Il aura certainement un succès égal à celui des ouvrages qui l'ont précédé.

Die elektrischen Verbrauchsmesser (Compteurs électriques), par Étienne de Fodor, directeur de la station d'éclairage électrique d'Athènes. XVI, 219 p. et 77 fig. dans le texte. Vienne, A. Hartleben, 1891.

Si quelque chose est de nature à donner une idée exacte du développement qu'ont pris les applications industrielles de l'électricité, c'est certainement le grand nombre de compteurs électriques en usage depuis une douzaine d'années. L'ouvrage de M. de Fodor, faisant partie de la Bibliothèque électrotechnique créée par la librairie Hartleben, de Vienne, passe en revue tous les compteurs d'énergie, d'intensité lumineuse, etc. Conçu par un praticien, l'ouvrage peut être recommandé aux électriciens possédant l'allemand et ayant l'occasion de s'occuper des installations d'éclairage électrique.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

La Machine à vapeur, son origine et ses progrès, par F. Castelnau. — 1 vol. gr. in-8°, avec planches hors texte. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **6** fr.

Hydraulique, par A. Flamant. — 1 vol. gr. in-8°, illustré. — Baudry et C^ie^, éditeurs, Paris. — Prix : **25** fr.

Manuel pratique de l'Électricien, guide pour le montage et l'entretien des installations électriques, par E. Cadiat. — 1 vol. in-18, illustré. — Baudry et C^ie^, éditeurs, Paris. — Prix : **7 fr. 50.**

L'Électricité dans la nature, par G. Dary. — 1 vol. in-8° écu, illustré. — Georges Carré, éditeur, Paris. — Prix : **6** fr.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 5. **N° 495.** Samedi 5 Décembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Métallurgie** : La presse à forger de 4 000 tonnes de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry, p. 65 ; DEMENGE. — **Chimie industrielle** : Fabrication des poudres et explosifs nitrés. Acides et sous-produits (*suite et fin*), p. 71 ; P.-F. CHALON. — **Sciences** : Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques (*suite*), p. 72 ; Paul TERRIER. — **Mécanique** : Ascenseur de 44 mètres pour voyageurs établi à la station de Weehawken, près Hoboken (E.-U.) (*planche VI*), p. 73. — **Électricité** : Indicateur optique permanent de M. J. Perry, p. 74 ; E. HOSPITALIER. — **Études économiques** : La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes (*suite*), p. 75 ; A. GIBON. — **Études et travaux parlementaires** : Révision du tarif des douanes, p. 78 ; Emile BERT ; — Révision du tarif douanier. Les droits de douane sur les pétroles, p. 79 ; Emile BERT. — **Correspondance** : Le chemin de fer électrique Heilmann, p. 81 ; G. DE SAINT-ARRAIL. — **Nécrologie** : Léon Vigreux, p. 82. — **Informations** : L'usine du quai de la Gare de la Compagnie Parisienne de l'air Comprimé, p. 82 ; — Le cyclone de la Martinique, p. 82 ; — Excavateur américain pour canaux, p. 83 ; — Utilisation de la charrue en temps de guerre, p. 83 ; F. CHAUDY ; — Mesure de l'humidité des murs des habitations, p. 83.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séances des 12 et 19 octobre 1891, p. 84 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — **Livres récemment parus**, p. 84.

Planche VI : Ascenseur de 44 mètres pour voyageurs, établi à la station de Weehawken de la North-Hudson County Railway, près de Hoboken.

MÉTALLURGIE

LA PRESSE A FORGER DE 4 000 TONNES
de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry.

La substitution des presses hydrauliques aux marteaux-pilons puissants, pour le forgeage des grosses masses d'acier, ne fait plus question aujourd'hui. Il est acquis que le travail de la presse est plus régulier, plus homogène, plus rapide ; d'autre part, les frais d'établissement des presses sont notablement moins élevés que ceux des pilons ; enfin les difficultés d'installation des fondations et des chabottes croissent dans une telle mesure quand on augmente le poids des marteaux, que l'on est arrivé aujourd'hui à la limite de la puissance que l'on peut donner aux pilons, tandis que l'on n'entrevoit pas encore celle des presses.

Ces diverses considérations ont décidé tous les grands établissements métallurgiques à construire des presses à forger à côté des pilons qu'ils possédaient déjà. La Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry n'a pas été la dernière, en France, à entrer dans cette voie : la presse à forger de 4 000 tonnes qu'elle a installée dans son usine de Saint-Jacques, à Montluçon, est le plus puissant outil de ce genre qui, actuellement, existe en France et l'un des plus puissants qui soient dans le monde entier.

Nous avons pensé qu'une description sommaire de cette installation présenterait quelque intérêt pour les lecteurs du *Génie Civil*. Tel est le but de cette étude dans laquelle nous passerons en revue successivement : *la halle de forgeage, la presse, les machines de compression, les appareils de levage et de manutention, les fours, etc.*

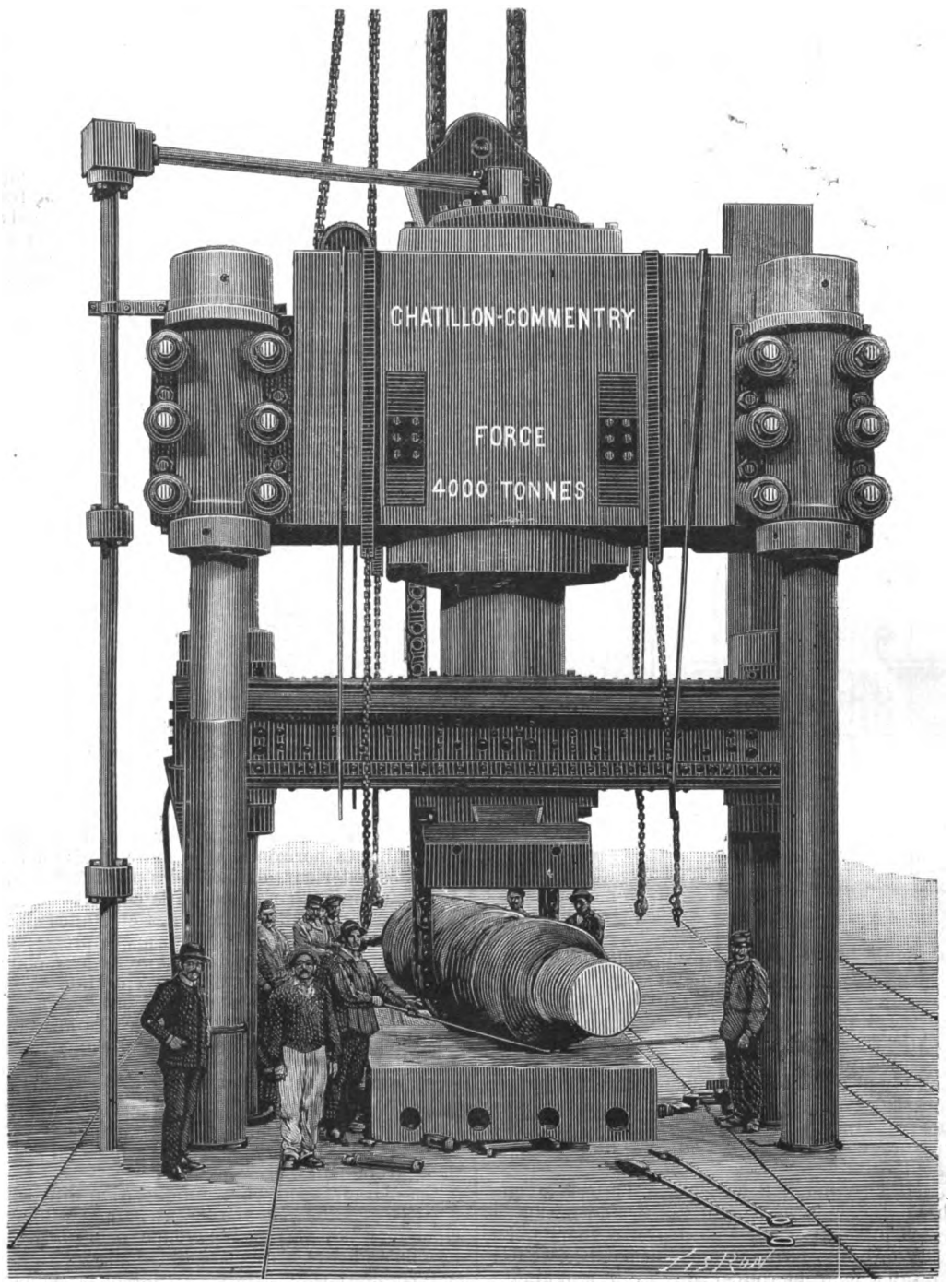


FIG. 1. — Presse à forger de 4 000 tonnes de la Compagnie des Forges de Chatillon-Commentry.

I. Halle de forgeage. — La presse est destinée au forgeage des gros lingots et au gabariage des plaques de blindage.

Ce programme a déterminé les dimensions et dispositions du bâtiment qui la contient : c'est un grand hangar complètement métallique, de 54 mètres de longueur, 22 mètres de portée et 15m 40 de hauteur sous entrait. A ce hangar en est accolé un autre de même longueur, mais de largeur et hauteur moindres, qui abrite les machines de compression, les accumulateurs et les chaudières. Sur l'un des pignons de la halle de forgeage sont deux fours à gabarier ; sur le long pan opposé au hangar des machines, deux fours à forger ; les façades de ces différents fours ne font qu'une légère saillie dans l'intérieur de la halle.

Le comble de la halle est soutenu par des piliers métalliques espacés de 9 mètres d'axe en axe, et qui supportent également, à hauteur convenable, la voie des ponts roulants.

Les deux hangars sont clos sur leurs grands côtés et leurs pignons par des pans de fer garnis de briques, et présentant les ouvertures nécessaires à l'aérage, à la circulation et au service.

La presse n'est pas édifiée dans l'axe de la halle de forgeage, mais à 3 mètres environ de cet axe du côté opposé aux fours à réchauffer. Cette disposition a pour but de laisser plus de place devant les fours afin de ne pas être gêné par les amarrages des pièces en cours de forgeage.

Digitized by Google

La presse fait face aux pignons: elle est un peu plus rapprochée des fours à gabarier que du pignon opposé.

II: **Presse.** — La presse se compose essentiellement de deux sommiers reliés par quatre colonnes en acier solidement boulonnées, de manière à former un tout absolument invariable pendant le travail.

Le sommier supérieur est fixe ; il porte à son centre le cylindre à haute pression qui sert au forgeage. Le sommier inférieur est constitué par des poutres fortement ancrées au sol, sur lesquelles peut se déplacer la chabotte, et comprend deux cylindres à basse pression qui servent au relevage de l'outil lorsqu'il a cessé de fonctionner.

Le sommier supérieur se compose de deux fortes plaques en acier A (fig. 2 et 3) de 180 millimètres d'épaisseur, solidement entretoisées et

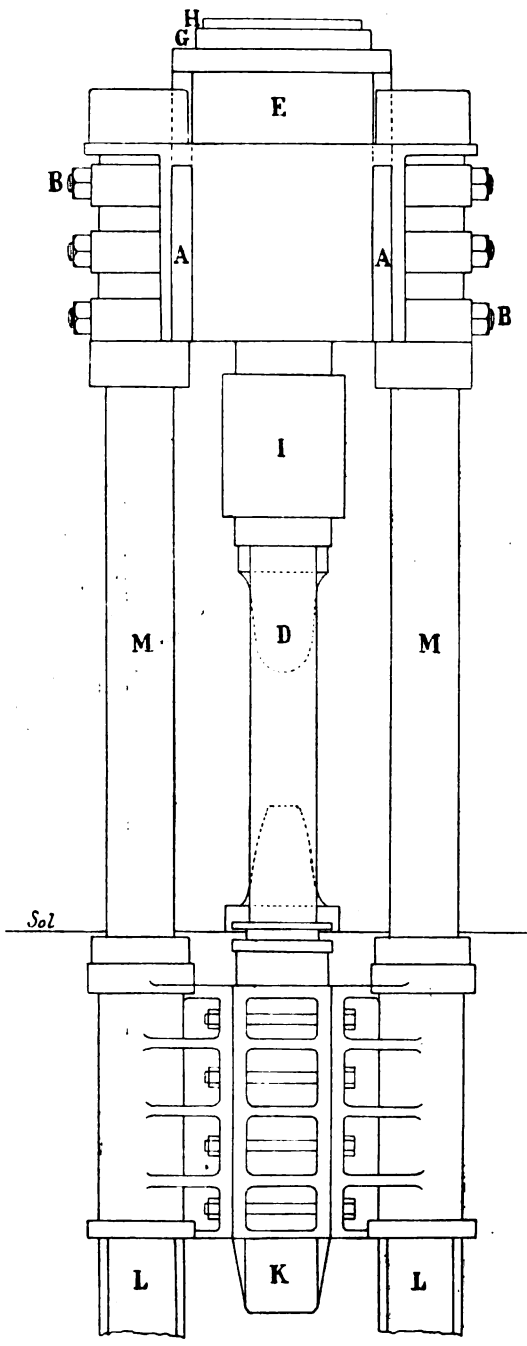


Fig. 2.

assemblées au moyen de douze boulons B aux traverses-guides en acier coulé C, dans lesquelles glissent les prolongements des pistons releveurs D, ainsi qu'aux supports-entretoises des quatre colonnes M.

Ce chapiteau soutient le cylindre principal E de la presse. Celui-ci, en acier forgé ($R = 50$ kilogr., $A/_{200} = 22$), a un diamètre intérieur de 1m 10. L'épaisseur des parois est d'environ 300 millimètres. Le cylindre est fermé dans le haut par un disque fileté G percé au centre d'un trou F qui permet l'arrivée de l'eau à haute pression. Toute fuite est évitée au joint par l'interposition d'un cuir de 12×5 millimètres maintenu tout autour par un plateau en fer H, serré sur le disque au moyen de boulons.

Le piston compresseur est en fonte. Il présente à l'intérieur une partie creuse dans le bas de laquelle vient s'emmancher un noyau en fer qui transmet directement la pression à la traverse mobile. La surface supérieure du piston a une forme légèrement bombée, ce qui permet de le relever jusqu'à fond de course sans avoir à craindre d'interruption dans le travail. Le piston est muni à sa partie supérieure d'une garniture en cuir embouti maintenue entre deux bagues en acier (fig. 4).

La traverse mobile I est une poutre qui comprend deux âmes de 0m 90 de hauteur reliées par deux semelles de 1m 14 de largeur; les tôles d'acier qui la composent ont 25 millimètres d'épaisseur. Cette

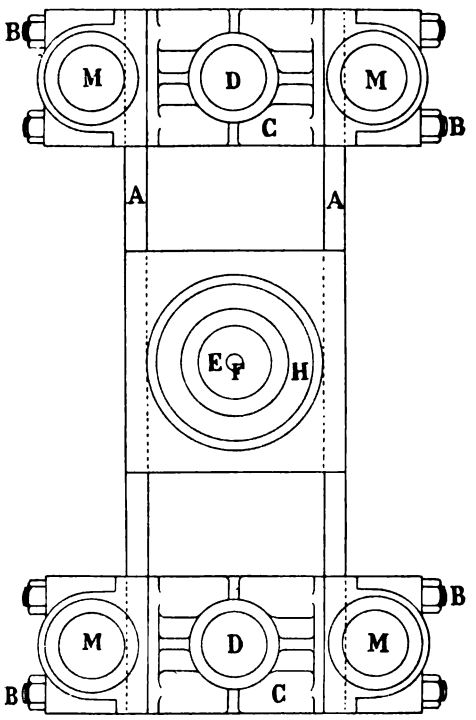


Fig. 3.

poutre a une longueur de 6 mètres et elle occupe toute la largeur de la presse. Elle porte à son centre le porte-frappe ou *porte-tas* qui présente une mortaise en forme de queue d'aronde dans laquelle peuvent s'assembler toutes les pannes, enclumes, étampes, matrices qui conviennent soit au forgeage, soit au gabariage. A chacune de ses extrémités, elle laisse passer entre ses deux âmes les pistons releveurs D de la presse, qui lui sont solidement reliés au moyen d'écrous.

Le sommier inférieur comprend : 1° dans le sens transversal de la presse, deux fortes poutres L en tôle d'acier de 1m 700 de hauteur renforcées par des cornières noyées dans la maçonnerie et profondément ancrées dans la fondation au moyen de boulons de 65 millimètres; 2° dans le sens longitudinal, deux autres poutres du même

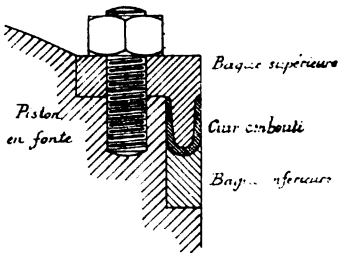


Fig. 4.

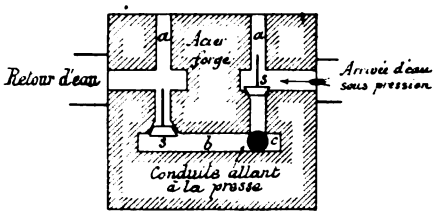


Fig. 5.

type, de 0m 900 de hauteur, qui reposent sur les premières et servent de supports et de glissières à la chabotte. Celle-ci est en fonte ; elle est en deux parties reliées par huit coins. Les enclumes y sont fixées à l'aide de trois goujons mobiles.

La partie inférieure de la chabotte porte à l'avant deux oreilles sur lesquelles viennent s'agrafer les deux tiges de piston des cylindres hydrauliques horizontaux en fonte, fixés en arrière de la presse sur les côtés extérieurs des secondes poutres dont nous venons de parler. Le déplacement horizontal de la chabotte obtenu de cette façon facilite beaucoup le changement des enclumes ainsi que la manutention des pièces qu'on veut amener sous la presse; en outre, il rend inutile le relevage complet du piston forgeur pour la pose des gabarits sur les plaques. Ce travail de vérification se fait toujours en dehors de la presse.

Les cylindres releveurs K sont reliés au moyen de solides boulons aux supports-entretoises en fonte des quatre colonnes en acier doux M de 450 millimètres de diamètre, qui servent de lien entre les deux sommiers et sont maintenues par des écrous à la semelle inférieure des grandes poutres L. Ils sont en fonte hématite de toute première qualité et alésés sur toute leur longueur à 530 millimètres de diamètre pour recevoir les pistons guides en acier doux forgé D dont nous avons déjà parlé.

Ces cylindres sont en communication constante avec l'accumulateur à basse pression, lui renvoyant leur eau lorsque le plongeur principal descend. Des presse-étoupe pourvus de garnitures en bronze forment joint et arrêtent toute déperdition.

Terminons cette rapide description de la presse en disant que la course du piston forgeur est de 2m 440 environ et que les écartements

Digitized by Google

d'axe en axe des colonnes sont de 4m 900 dans un sens et de 2m 440 dans l'autre.

Sur le côté gauche de la presse sont disposés les appareils de distribution d'eau à haute pression pour le cylindre central et d'eau à basse pression pour les deux cylindres horizontaux qui commandent le mouvement de la chabotte.

Nous décrirons seulement le premier de ces appareils (fig. 5).

Il se compose d'une boîte rectangulaire en acier forgé dans laquelle sont pratiquées deux chambres verticales *a*, reliées inférieurement entre elles par une conduite horizontale *b*, dans laquelle vient déboucher le tuyau *c* allant aboutir à la partie supérieure du cylindre compresseur. La première communique avec le tuyau d'arrivée d'eau à haute pression et la seconde avec le tuyau de retour.

Deux soupapes *s s* sont mues au moyen d'un levier manœuvré à la hauteur du sol de l'atelier. Les sièges de ces soupapes sont placés en sens inverse l'un de l'autre et leur mouvement est combiné de telle façon que lorsque la première soupape est soulevée, l'autre se trouve hermétiquement fermée et inversement, car s'il en était autrement, l'eau pourrait passer directement de la conduite *aller* à la conduite *retour* sans agir sur le piston forgeur.

Un deuxième levier de manœuvre, sortant du sol auprès du précédent, permet au machiniste, qui a déjà en mains la commande du forgeage, de changer la marche de l'eau à basse pression qui se rend aux cylindres horizontaux et par suite d'obtenir le déplacement de la chabotte. Ces deux mouvements sont quelquefois simultanés et il était essentiel de les rassembler en un même point.

L'installation de la tuyauterie pour la transmission de la force hydraulique varie avec les pressions en jeu. Les tuyaux pour la haute pression doivent résister à 550 kilogr. par centimètre carré; ils sont en acier doux, forés à 90 millimètres de diamètre, et présentent une épaisseur de paroi de 36 millimètres (1).

(1) Cette épaisseur a été obtenue en appliquant la formule de Lamé

$$e = \frac{D}{2}\left(\sqrt{\frac{R+p}{R-p}} - 1\right)$$

dans laquelle D désigne le diamètre intérieur et p la pression intérieure par millimètre carré. On a adopté comme maximum de tension de la matière dans la paroi du tuyau R = 10 kilogr. par millimètre carré.

Des blocs en acier forgé servent à la jonction des divers éléments de cette conduite. Les tuyaux pour la basse pression ont été calculés pour pouvoir supporter 55 kilogr. par centimètre carré. Ils sont en fer et ont un diamètre intérieur de 75 millimètres. Les tuyaux faisant communiquer l'accumulateur à basse pression avec les deux cylindres horizontaux à double effet résistent à la même charge de 55 kilogr. et ont un diamètre intérieur de 50 millimètres. Enfin, un autre tuyau part de cette dernière canalisation, avant la valve de changement de marche, pour aboutir à un petit moteur hydraulique situé dans le fond de l'atelier et destiné à faire la manœuvre qui détermine le levage de toutes les portes de fours et la translation des soles mobiles des fours à gabarier.

III. **Fours.** — La presse est desservie par quatre fours à réchauffer. Deux fours sont particulièrement réservés aux pièces à forger et les deux autres, de dimensions plus considérables et pourvus de soles mobiles, réchauffent les grosses plaques de blindage qu'il s'agit de gabarier.

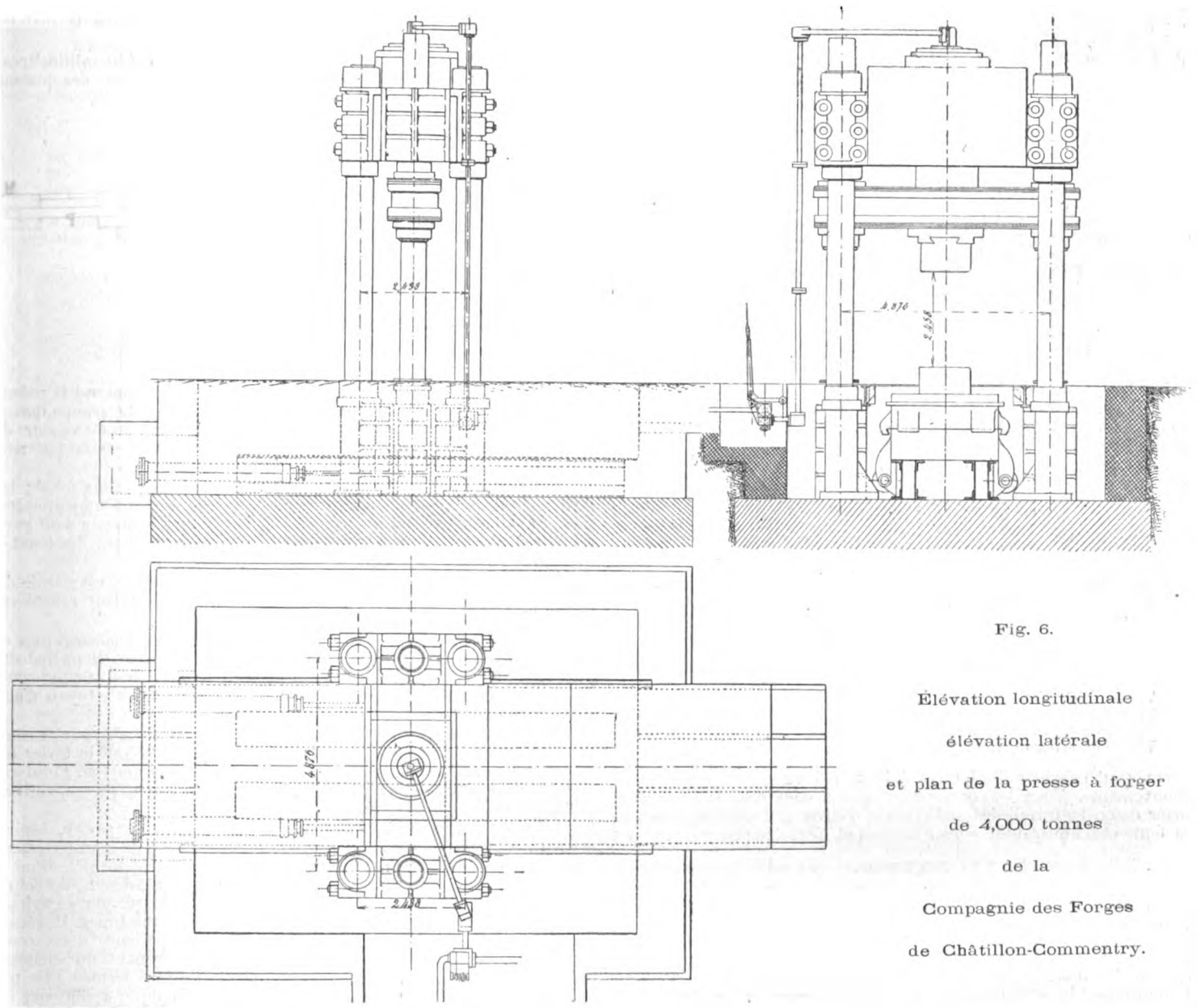


Fig. 6.

Élévation longitudinale

élévation latérale

et plan de la presse à forger

de 4,000 tonnes

de la

Compagnie des Forges

de Châtillon-Commentry.

IV. **Ponts roulants.** — Les ponts roulants qui desservent la halle de forgeage sont au nombre de deux. Leur force respective est de 75 tonnes et 40 tonnes.

Le mouvement de virage, qui existe au pont de 75 tonnes seulement, permet de faire tourner le lingot d'un angle quelconque pendant l'étirage; il donne également le moyen de retourner complètement les plaques de blindage. L'emprise de force est faite au moyen d'engrenages fixés sur l'arbre principal de commande du pont.

Le vireur (fig. 7) se compose essentiellement d'un levier L qui agit sur deux roues à rochet R de 35 millimètres d'épaisseur faisant partie intégrante des deux joues de la grosse poulie O sur laquelle vient s'enrouler la chaîne Galle qui forme jarretière. La longueur du levier est d'environ 1m 500 et l'effort qu'il aurait à produire pour faire tourner un lingot de 75 000 kilogrammes est d'environ 10 000 kilogrammes. L'extrémité du levier est soulevée par une poulie sous laquelle passe la chaîne qui reçoit le mouvement de traction. Quand on fait l'embrayage, le levier L décrit un secteur d'environ 70° et entraîne la poulie O par l'intermédiaire des rochets. La rotation se continue jusqu'à ce que le levier ait atteint sa position supérieure. Si à ce moment la pièce à forger n'a pas tourné à l'angle que l'on

Digitized by Google

veut obtenir, on débraye le mouvement mécanique et le contrepoids F ramène rapidement le levier dans sa position initiale, puis on embraye à nouveau et le virage se continue. Le contrepoids P sert de tendeur et maintient la chaîne dans la poulie pendant tous les mouvements autres que celui de rotation que l'on peut avoir à faire subir à la pièce.

Les divers mouvements du pont sont commandés, dans un sens ou dans l'autre, par des cônes de friction, pour lesquels on a adopté le frottement cuir sur fonte; ils sont indépendants les uns des autres et peuvent se faire à volonté simultanément ou isolément. Toutes les commandes sont réunies dans la main des mécaniciens placés dans des guérites au-dessous des ponts, disposition qui permet à ces hommes de voir tous les mouvements à exécuter. La guérite du pont de 75 tonnes descend à 5 mètres du sol; celle du pont de 40 tonnes est placée de l'autre côté de la halle et située à une hauteur un peu plus élevée (8m 750 au-dessus du sol), afin de ne pas gêner le levage des portes des fours à forger.

Les voies de roulement, constituées par des rails à patin avec boudin central, sont établies à 12m 280 de hauteur. Leur écartement est de 19m 240, ce qui laisse de chaque côté une largeur de passage de plus de 1 mètre et facilite beaucoup la surveillance de la transmission.

La distance minimum de l'axe du crochet de l'un des ponts à l'axe de la presse est de 1 mètre. Quant au rapprochement maximum des axes des crochets des deux ponts, il est de 4 mètres; cela permet de saisir les plaques de blindage avec les deux ponts, et pour obtenir une distance aussi faible, il a fallu rendre dissymétrique l'axe longitudinal du pont de 40 tonnes, par rapport aux galets de roulement placés à chaque extrémité de la halle.

Nous donnons dans le tableau suivant les vitesses des mouvements de chacun des ponts:

Pont de 40 tonnes.

	Avec charge de 40 000 kilogr.	Avec charge de 7 500 kilogr.
Vitesse d'élévation par minute	0m 600	3m »
Vitesse de direction transversale par minute .	4m »	12m 500
Vitesse de translation par minute	4m »	12m 500

Pont de 75 tonnes.

	Avec charge de 75 000 kilogr.	Avec charge de 12 000 kilogr.
Vitesse d'élévation par minute	0m 600	3m »
Vitesse de direction transversale par minute .	4m »	12m »
Vitesse de translation par minute.	4m »	12m »
Vitesse du levier du vireur par seconde . . .	0m 060	

On peut effectuer facilement à la fois deux quelconques de ces mouvements. Tous les engrenages sont à chevrons, les arbres en acier doux. Le travail des matières est d'environ 2 kilogrammes pour la fonte et 5 kilogrammes pour les fers et tôles des poutres.

IV. Salle des machines de compression. — La salle des machines et pompes de compression est placée du côté de la presse, parallèlement à la grande halle, dont elle est complètement séparée par un long pan en fer et briques.

La pompe à haute pression comprend deux cylindres à vapeur horizontaux actionnant directement deux pompes à plongeurs différentiels, système Tannett. Les deux cylindres à vapeur ont 1m 100 de diamètre et de course; ils sont munis de tiroirs à coulisse et à détente variable Meyer; la variation de la détente se fait à la main. L'arbre coudé en acier doux a 255 millimètres de diamètre aux portées; il comporte deux manivelles à 90° et un volant claveté à égale distance des coudes.

Les corps de pompe sont en acier coulé et se composent chacun de deux parties bien distinctes M M′ reliées dans le haut par un tube en acier D. Dans la partie M se trouvent les deux soupapes d'admission S et de retenue S′. L'eau aspirée monte par le tuyau C et est refoulée dans le tube D par lequel elle pénètre dans la deuxième partie M′ du corps de pompe communiquant directement avec l'accumulateur par le conduit E. La tige du piston à vapeur se termine par le piston plongeur P dont la section σ est égale au double de la section annulaire σ' qu'on a ménagée dans la partie antérieure de ce piston.

On sait qu'il y a tout intérêt à ce que la marche de la machine soit rendue uniforme: d'une part, les chocs réitérés sont très nuisibles aux organes, et d'un autre côté, le travail dû au frottement de l'eau contre les parois, variant à peu près comme le cube de la vitesse $(au + bu^2)u$, on obtient une perte moindre avec une vitesse moyenne constante u qu'avec des vitesses variables. les unes au-dessous de u, les autres au-dessus; enfin toutes les fois que la vitesse augmente, il faut un certain travail moteur pour vaincre l'inertie du fluide. Il y a donc avantage à rendre la vitesse aussi constante que possible. Ce résultat est très bien obtenu au moyen de la disposition que nous avons décrite. Quand la tige marche dans le sens A, c'est-à-dire pendant l'aspiration, l'eau comprimée en M′ fournit une contre-pression f retenant le mouvement de la tige du piston et, au contraire, la pression qui s'exerce sur la face annulaire σ' vient ajouter son action à celle de la vapeur pendant la période de refoulement (sens B). En d'autres termes, si P (fig. 9) est la pression de l'eau par centimètre carré dans le corps de pompe, puisque $\sigma' = \frac{\sigma}{2}$, le travail résistant à vaincre par la vapeur agissant sur la face R S du piston, si l'on fait abstraction des frottements contre les boîtes à étoupe ainsi que des poids des tiges et pistons, aura une valeur égale à $P\sigma' l$ ou $\frac{P\sigma l}{2}$ et pendant le refoulement ce travail résistant, rapporté cette fois à la face T U, est égal à $P(\sigma - \sigma')l = P\frac{\sigma}{2}l$. Il en résulte un travail à vaincre égal pendant les deux périodes (aspiration et refoulement) pour le piston du cylindre à vapeur et par suite une grande régularité dans la marche de la machine.

Le diamètre intérieur des corps de pompe est de 140 millimètres, l'épaisseur des parois de 90 millimètres. Le diamètre des pistons plongeurs est de 108 millimètres. La courbe des pistons est la même que celle des pistons à vapeur, soit 1m 100 environ. La pompe donne un débit d'eau de 20 litres par tour. Avec une pression de vapeur de 4 kilogr., elle fait pendant le forgeage 20 tours en moyenne par minute.

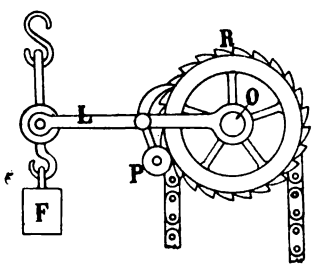


Fig. 7.

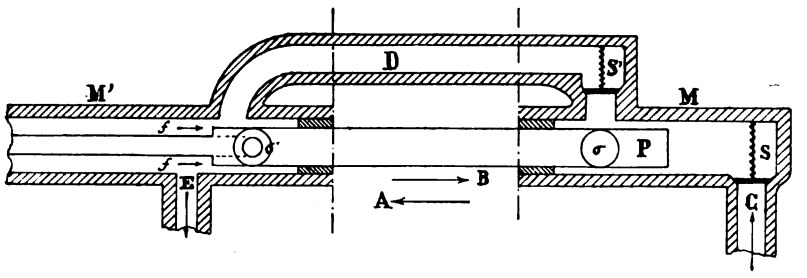


Fig. 8.

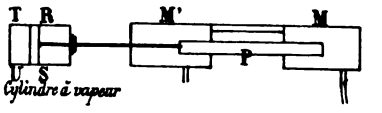


Fig. 9.

Les soupapes et les tiges d'excentrique sont en acier doux forgé; les sièges, valves et garnitures en bronze doivent résister à une pression de 450 kilogr. par centimètre carré. Les cylindres à vapeur sont garnis de feutre et recouverts de bois d'acajou assemblés par des bandes de laiton poli.

La plaque de fondation, de 38 millimètres d'épaisseur, est munie de coussinets réglables en bronze. Le bâti est complètement raboté en dessous afin de bien porter sur les fondations.

Douze graisseurs Stauffer sont placés aux colliers d'excentriques et aux glissières des tiges d'excentriques. Un graisseur Hoppenstedt, mis en mouvement par la machine elle-même, envoie à chaque coup de piston une certaine quantité d'huile minérale dans le tuyau d'arrivée de vapeur.

Entre les chaudières et la machine se trouve intercalée sur la conduite de vapeur une soupape d'arrêt à double siège dont le levier de commande est constamment dans la main du mécanicien. Celui-ci, en cours de travail, peut, sans cesser de regarder la presse, activer ou ralentir la machine suivant les besoins.

La pompe à haute pression, dont nous venons de parler, aspire l'eau au moyen de deux tuyaux de 150 millimètres de diamètre dans un réservoir rectangulaire de 4 mètres × 1m 200 × 0m 915, situé à environ 3m 50 au-dessus du sol et adossé contre le pignon extérieur de la salle des machines. Il reçoit à la partie supérieure deux conduites : celle venant du château d'eau de l'usine, fermée par un robinet automatique à flotteur, et la conduite de retour d'eau venant à la presse. A la partie inférieure se trouvent les deux colonnes d'aspiration des pompes ainsi que le tube de vidange. Le niveau est réglé par un trop-plein. Deux filtres en flanelle, protégés par un filtre en toile métallique n° 70, empêchent toute introduction de matières étrangères dans chacun des tuyaux de succion; enfin un couvercle en planches rainées protège l'ensemble de la bâche. Il est indispensable que l'eau ne contienne aucun corps solide en suspension; aussi doit-on entretenir très soigneusement les filtres au travers desquels se fait l'alimentation. On a soin d'introduire dans l'eau de la bâche, pour l'adoucir, une certaine quantité de savon noir, qui a en outre l'avantage de polir les surfaces frottantes.

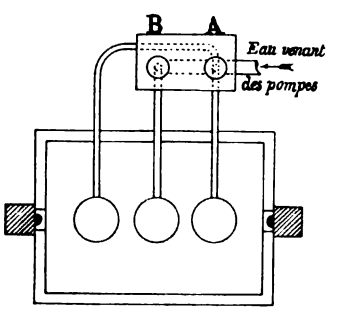


Fig. 10.

V. Accumulateur. — L'eau est refoulée sous un accumulateur à trois puissances.

C'est un caisson rectangulaire en tôles et cornières d'acier de 2m 750 × 3m 660 e de 4m 880 de hauteur, pesant environ 20 000 kilogr. à

Digitized by Google

vide et chargé entièrement de fontes, limailles et scories qui portent son poids à 180 tonnes. Il est relié solidement à trois plongeurs de 225 millimètres de diamètre qui ont $2^m\,750$ de course. Ces trois pistons se déplacent dans trois cylindres en acier coulé dont les parois de 96 millimètres d'épaisseur sont calculées pour résister à une pression de 550 kilogr. par centimètre carré. La plaque de fondation en fonte est alésée pour les recevoir.

Le caisson est guidé aux deux extrémités de son grand plan médian par deux rails fixés sur un fort cadre en chêne. Il repose à la partie inférieure sur un sommier également en chêne qui amortit tous les chocs. On peut, à volonté, faire agir la pression sur un, deux ou trois pistons au moyen de deux soupapes à vis A et B (fig. 10) que l'on ouvre ou ferme au moyen d'une clef mobile. Quand les soupapes A et B sont ouvertes, la pompe est en communication avec les trois cylindres ; si on ferme B en laissant A ouverte, la pression s'exerce sur deux pistons, et si, au contraire, c'est A que l'on ferme en ouvrant B, elle n'agit plus que sur un piston.

On peut donc, suivant les besoins, obtenir sur le piston central de la presse des pressions d'eau de :

Kilogrammes.	180.000	180.000	180.000
Centimètres carrés . .	413	2×412	3×412

412 centimètres carrés étant la section d'un plongeur.

Soit :

146 kilogr. en marchant à 3 pistons ;
219 — — 2 —
438 — — 1 —

L'eau comprimée, après avoir transmis à peu près intégralement sa pression à l'enclume de la presse est refoulée par les pistons releveurs et revient par la conduite de retour à la bâche d'alimentation.

L'accumulateur à haute pression est pourvu de deux appareils de sûreté :

1° Un contrepoids soulevé par le caisson, quand il arrive dans le haut de sa course, laisse agir, au moyen d'une chaîne renvoyée par des poulies, les deux contrepoids qui ferment les papillons situés sur les conduites d'échappement de vapeur ;

2° Un taquet fixé à une hauteur convenable sur l'une des petites faces verticales de l'accumulateur, vient frapper un verrou fermant automatiquement par l'intermédiaire d'un levier, la soupape d'arrêt de vapeur au cas où le mécanicien serait forcé d'abandonner son levier de commande d'arrivée de vapeur.

VI. Pompe à basse pression. — L'installation de la pompe à basse pression est identique à celle de la pompe à haute pression, avec quelques simplifications cependant.

La pompe, située également dans la salle des machines, se compose de deux cylindres à vapeur de 305 millimètres de diamètre sur 460 millimètres de course et de deux corps de pompe en fonte de première qualité. L'arbre coudé en acier doux a un diamètre de 100 millimètres et porte un volant claveté à chacune de ses extrémités. Cette pompe, marchant à une pression de vapeur de 4 kilogr. donne un débit de 350 litres par minute ; elle peut marcher à la vitesse de 65 tours, mais durant le travail du forgeage, le nombre de tours ne dépasse pas 30.

L'eau est refoulée à une pression de 50 kilogr. par centimètre carré sous un caisson cylindrique en tôle de 3 mètres de diamètre extérieur et de $5^m\,180$ de hauteur, placé en dehors de la salle des machines, en raison de sa course qui est de $10^m\,750$.

Le piston plongeur a un diamètre de 460 millimètres. Il est en communication directe avec les pistons releveurs de la presse. Quand cette dernière fonctionne pour le forgeage, l'eau est refoulée et vient soulever le caisson.

Cet accumulateur est muni de deux appareils de sûreté qui diffèrent un peu de ceux que nous avons décrits à l'occasion de l'accumulateur à haute pression. C'est d'abord une obturation de la conduite unique, pour les deux cylindres de l'échappement de vapeur, au moyen d'un papillon qui se ferme lorsque le caisson vient soulever un poids placé à la partie supérieure du cadre en bois qui l'entoure ; et, en second lieu, un taquet, fixé dans le bas d'une génératrice du caisson, vient tirer à une hauteur convenable un verrou, qui commande, au moyen de chaînes et de poulies de renvoi, une soupape mettant le tuyau de refoulement de la pompe en communication directe avec la conduite de retour d'eau, dans la bâche d'alimentation spéciale de la pompe à basse pression. Cette bâche est un réservoir rectangulaire de $0^m\,915 \times 2^m\,750 \times 0^m\,915$, construit et installé intérieurement dans les mêmes conditions que la grande bâche d'alimentation.

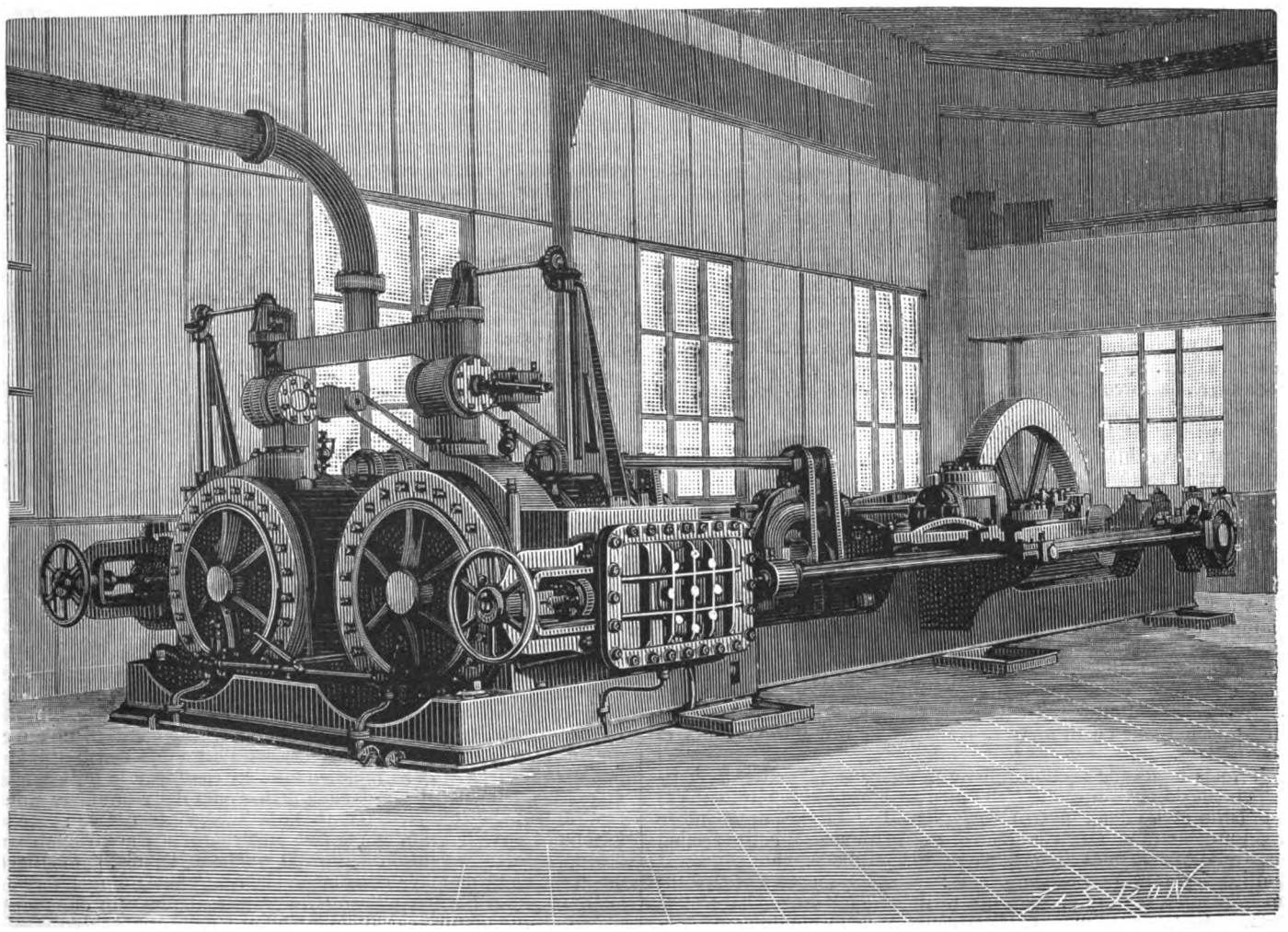


Fig. 11. — Machine de 500 chevaux pour comprimer l'eau à 450 atmosphères. Débit 400 litres par minute.

Deux manomètres, sous les yeux du machiniste, indiquent fort exactement les pressions de l'eau en kilogrammes et en atmosphères de chacune des deux pompes. Deux autres manomètres donnent la pression de la vapeur aux chaudières et à l'admission.

VII. Calcul de la force consommée par la presse. — Nous avons maintenant les éléments qui vont nous permettre de nous rendre compte de la force motrice nécessaire pour actionner la presse.

La section du piston compresseur étant de 9 469 centimètres carrés et le débit de la grande pompe de 400 litres par minute, la course moyenne du piston, par minute, est de $\frac{400}{94{,}69} = 0^m\,420$.

En réalité, pendant le forgeage, cette course est de $0^m\,025$ à $0^m\,030$ par seconde.

Le volume d'eau dépensé, par seconde, est de $\frac{400}{60} = 6^{litres}\,6$.

Digitized by Google

Si l'on marche à 1 piston, c'est-à-dire avec une pression de 438 kilogr. par centimètre carré, le travail exprimé en eau comprimée est de :

$$4\,380\,000 \times 0{,}0066 = 28\,908 \text{ kgm.}$$

ce qui correspond à $\frac{28908}{75} = 385$ chevaux.

Si l'on admet que le rendement de la machine à vapeur est de 0,80, on obtient, pour la force développée par la vapeur sur les pistons, la valeur de 480 chevaux.

On trouverait de même que ce travail est de 240 chevaux en marchant à deux pistons et de 160 chevaux en marchant à trois pistons.

La pompe à basse pression fait en moyenne 30 tours à la minute et débite 6 litres d'eau par tour, soit 180 litres par minute.

Le volume d'eau dépensé par seconde est de $\frac{180}{60} = 3$ litres.

Avec une pression de 50 kilogr., le travail en chevaux est de $\frac{50 \times 30}{75} = 20$ chevaux, soit une force de 25 chevaux qui est exercée par la vapeur à l'admission dans la machine.

VIII. Chaudières. — Les chaudières, au nombre de six, sont installées sous un abri formé par le prolongement de la charpente de 12 mètres de portée, dont les quatre premières fermes couvrent la salle des machines. Cet emplacement comprend trois travées espacées de 9 mètres. Dans le fond, un long pan en fer et briques le sépare de la grande halle et sur les côtés se trouvent des cloisons. Sur le devant, qui est ouvert, sont disposés les foyers des chaudières.

Voici les données principales de chacune de ces chaudières qui sont à faisceaux tubulaires sur le foyer :

Surface de chauffe	80^{m2}
Surface de grille	2^{m2} 30

Rapport de la surface de grille à la surface de chauffe $^1/_{35}$.

Volume d'eau	24^{m3}
Volume de vapeur	5^{m3}
Capacité totale	29^{m3}

Les chaudières sont timbrées à 6 kilogr. et marchent à une pression moyenne de 5^k 500. En employant, comme combustible, du menu brut des Ferrières, le charbon brûlé par heure et par mètre carré de surface de grille est de 110 kilogr.

L'alimentation se fait au moyen de deux chevaux alimentaires, dont un seul suffit largement; l'autre est de rechange en cas d'avarie. L'eau est fournie par une conduite spéciale, venant du château d'eau, alimenté par les pompes du service de la forge. La quantité d'eau vaporisée par heure et par mètre carré de surface de chauffe est de 17 kilogr. Si l'on suppose que la dépense d'eau par cheval est de 18 kilogr., la force en chevaux correspondant à chaque chaudière est de $\frac{80 \times 17}{18}$ soit 75 chevaux.

On allume d'ordinaire cinq chaudières seulement, ce qui porte à 375 chevaux la force disponible.

Un ventilateur Farcot, mis en mouvement par une petite machine horizontale de 15 chevaux, envoie le vent aux quatre fours à réchauffer.

Détails complémentaires de l'installation. — Tous les locaux sont éclairés à l'électricité : la grande halle et la salle des machines, par des lampes à arc de neuf ampères, l'abri des chaudières et la salle des machines motrices des ponts roulants, par des lampes à incandescence de seize bougies.

Trois cheminées en tôle de 22 mètres de hauteur et de 1^m200 de diamètre, garnies intérieurement d'un rang de briques réfractaires jusqu'à une hauteur de 19 mètres, évacuent les fumées des fours et des chaudières.

Trois voies à grande section relient l'atelier de la presse à l'embranchement de la Compagnie d'Orléans. La première pénètre dans la grande halle et les deux autres desservent les côtés et amènent le charbon aux fours et aux chaudières. Plusieurs voies à petite section servent au transport des lingots, plaques et outillage.

L'outillage de la presse comprend : les nombreuses sortes d'enclumes, pannes, étampes, matrices utilisées pour le forgeage et le gabariage, dont les longueurs, les largeurs et la forme diffèrent suivant le travail que l'on veut faire subir au métal ; un assortiment complet de palettes, cales, couperets, tranches ; une série de tubulures à vis, de ringards et de manchons de toutes dimensions, pour amarrer et équilibrer les lingots ; des tridents et des chaînes de forces diverses, pour le transport des plaques de blindage ; enfin, des mandrins, tasseaux et rondelles, et un cylindre hydraulique dont la tige du piston est attelée à l'extrémité des mandrins pour le mandrinage rapide des grosses pièces. On relie ce cylindre à la conduite à basse pression au moyen de tuyaux flexibles.

Un grand tour destiné au décroûtage, dégrossissage et forage des lingots pour tubes de canons, manchons, arbres de marine à hélice et à manivelle, est installé dans le nouvel atelier de finissage des blindages, qui s'élève en ce moment parallèlement à la halle principale de la presse. La longueur totale du banc est de 32^m 300, la hauteur des pointes est de 1^m 067 et leur écartement maximum de 20^m 117.

Cet immense outil peut travailler des pièces de 20^m 117 de longueur et de 1^m 677 de diamètre.

Conclusions. — Nous terminerons cette description de la presse de 4 000 tonnes installée aux usines de Saint-Jacques, par quelques aperçus sur les avantages que la Compagnie de Châtillon et Commentry, peut retirer du nouvel outil, tant au point de vue de la qualité des pièces qui y seront travaillées, qu'au point de vue de la grande production.

On a pu voir, d'après les quelques détails donnés ci-dessus, que la Compagnie n'a pas hésité à créer cette installation dans des conditions de puissance qui lui permettent de mener à bien le travail des pièces les plus encombrantes et les plus compliquées. Cet outillage facilite grandement le gabariage des plaques de ponts, de cuirasses de flancs, de tourelles de navires, de calottes de coupoles. Il permet de forger des arbres d'hélices, dont les longueurs atteignent parfois 18 à 20 mètres et les diamètres 5 à 600 millimètres, et qui comportent des plateaux de 1 mètre à 1^m20 de diamètre et des coudes de 1^m30 à 1^m50; des canons de marine de 40 calibres de longueur d'âme. Il est facile également d'ébaucher les énormes lingots de 1 mètre à 1^m 50 d'épaisseur destinés aux plaques de blindage en acier.

Tout le monde connaît l'imperfection du martelage des gros blocs d'acier au marteau-pilon : on sait que cet appareil ne fait pas sentir son effet jusqu'au centre du lingot. Avec la presse, il y a une répartition plus égale de l'action du forgeage de l'extérieur au centre.

Il est difficile de comparer par le calcul les effets dus au choc à ceux obtenus par des pressions simples. Mais à défaut de formules, on peut, par l'expérience, se faire une idée de la résistance qu'opposent les corps à leur déformation sous l'action du marteau et de la presse.

Nous citerons à ce sujet un essai comparatif dû à M. Chomienne, Ingénieur des forges de M. Arbel, qui s'est servi d'un marteau-pilon de 3 500 kilogr. et d'une presse de 100 tonnes de puissance. Des blocs d'acier de 100 millimètres de hauteur et de 100 millimètres de diamètre ont été chauffés au rouge-cerise clair (1 000 degrés environ) et les premiers écrasés au pilon. Avec une course de 1^m50 de hauteur, l'aplatissement a été de $34^{m/m}5$. Avec la presse, il a fallu une pression de 80 tonnes pour arriver à la même réduction.

Si l'on pose $K = \frac{P}{p \times h}$, on trouve pour la valeur du coefficient résultant de cette expérience : $K = 15{,}2$. Nous nous servirons de ce chiffre comme point de départ, mais nous pensons que lorsqu'il s'agit d'engins beaucoup plus puissants, lorsqu'il faut comparer des presses monumentales, comme celles de Saint-Jacques avec des pilons analogues à celui de Terni, dont la course du marteau n'a pas moins de 5 mètres, le coefficient K doit être diminué de beaucoup. En lui donnant comme valeur $K = 7$, nous voyons que la presse de 4 000 tonnes serait équivalente, comme effet mécanique, à un marteau-pilon de 110 tonnes environ.

Toutefois, s'il nous est impossible d'indiquer sûrement la puissance d'un marteau-pilon, capable de produire le même effet que la presse de 4 000 tonnes, nous pouvons néanmoins comparer la structure intérieure du lingot ainsi que le changement de forme extérieure qu'il prend, quand on le forge par l'un ou par l'autre procédé.

Si un fort lingot est soumis à l'action d'un pilon trop faible, les faces parallèles à la direction du choc prennent une forme concave, les faces perpendiculaires s'aplatissent et les parties centrales restent intactes (fig. 12). Si le pilon est plus puissant, la partie centrale prend

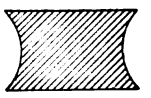


Fig. 12.

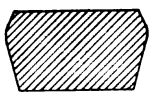


Fig. 13.

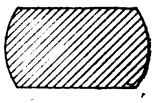


Fig. 14.

plus d'extension que les parties extrêmes; les côtés sont convexes, mais les couches, exposées à l'action directe du marteau, s'allongent plus que celles qui reposent sur l'enclume inférieure (fig. 13). Enfin, avec la presse, la pression se transmet intégralement jusqu'au cœur du lingot et la forme extérieure des côtés est d'une convexité tout à fait régulière (fig. 14). Si maintenant l'on casse par le milieu chacun de ces trois lingots, il y a dans la texture des deux premiers une différence très sensible en passant de la surface au centre : le choc a fortement serré le grain sur la face supérieure et par réaction sur la face opposée, mais à raison de l'instantanéité de l'effort, la modification du grain a été moindre dans la région centrale. Le lingot forgé sous la presse, au contraire, présente un grain également fin dans toute sa masse et une texture parfaitement homogène.

Nous ne ferons que mentionner les grands avantages qu'offre la presse au point de vue de la sécurité pour les ouvriers, si l'on compare la manœuvre lente de cet outil, dont le piston peut être arrêté en un point quelconque de sa course, à la chute brutale du marteau. Cette question, d'un intérêt si capital en matière industrielle, sort en effet de notre programme, mais il paraît évident qu'au point de vue de la qualité même de l'acier, cette marche sûre et progressive dans le pétrissage du lingot doit donner des résultats meilleurs qu'un travail brusque et irrégulier procédant par chocs.

D'un autre côté, le température à laquelle il est possible de forger à la presse est plus basse qu'au pilon où l'on est exposé à toutes sortes de ruptures (tiges, enclumes, frappes). Cette considération permet d'éviter plus facilement un excès de température nuisible à des aciers de certaines compositions. Elle permet, en outre, d'admettre un forgeage plus prolongé et, par suite, de donner un moins grand nombre de chaudes. Or il est évident qu'un métal qui subit moitié moins de chaudes conservera par ce fait même une qualité notablement supérieure, car les réchauffages fréquents fatiguent l'acier. Ils

Digitized by Google

ont aussi l'inconvénient d'accroitre le déchet de feu et occasionnent en outre une perte de temps très sensible.

A ce sujet nous pouvons citer plusieurs faits comparatifs entre les deux outils rivaux.

Des lingots ont été ébauchés en trois chaudes à la presse et en six chaudes au pilon; d'autres en deux chaudes à la presse et en quatre chaudes au pilon. On comprend dès lors que si le nombre de chaudes est réduit au moins de moitié et la durée du travail d'environ $^1/_5$, la production d'un tel engin, outre qu'elle est économique au point de vue de la main-d'œuvre et du combustible, puisse atteindre un chiffre très important. A l'usine Saint-Jacques, avec les quatre fours qui desservent actuellement la presse, cet atelier marche à deux postes : le forgeage se fait en général de nuit et le poste de jour est occupé au gabariage, opération qui exige une plus grande précision et, par suite, une attention plus soutenue de la part du personnel. On peut dès maintenant forger en moyenne un tonnage d'environ 20 tonnes par jour et quand le personnel sera mieux familiarisé avec son nouvel outil, ce tonnage sera sans doute notablement augmenté.

Quant au nombre de plaques gabariées, il varie évidemment beaucoup suivant l'épaisseur et la forme plus ou moins difficile des surfaces. Nous rappellerons seulement que les plaques pentagonales de la tourelle avant du cuirassé le *Brennus*, plaques en métal compound de 435 millimètres d'épaisseur et pesant environ 28 tonnes, ont été amenées en moins d'une journée à leur forme définitive.

Nous terminerons cet aperçu en donnant quelques détails sur le forgeage à la presse d'un lingot de 46 tonnes qui a reçu sa première chaude, en présence de M. Barbey, ministre de la Marine, lors de la récente visite qu'il a faite aux usines de Saint-Jacques.

Ce lingot, de forme tronconique, présentait un diamètre maximum de 1m560 et une longueur de 3 mètres environ, sans compter la masselotte et la queue d'amarrage; il était destiné à fournir un cylindre pour le grand train universel à blindages. Le diamètre final auquel on a dû l'amener était de 1m10 à la table. Ce forgeage, suivi d'un étampage très soigné de la table, des tourillons et des trèfles, a exigé 10 chaudes. On a marché presque constamment à deux pistons, soit avec une pression de 219 kilogr. par centimètre carré.

DEMENGE,
Ingénieur civil.
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

CHIMIE INDUSTRIELLE

FABRICATION DES POUDRES ET EXPLOSIFS NITRÉS

Acides et sous-produits.

(Suite et fin.[1])

III. Utilisation des sous-produits de la fabrication de l'acide nitrique. — Nous avons déjà mentionné la nécessité d'employer, pour la préparation des explosifs nitrés, des acides purs et concentrés avec lesquels la nitration est plus rapide et plus sûre. Il est même probable que si les acides monohydratés étaient chimiquement purs, on obtiendrait un rendement très approché du rendement théorique, et qu'en outre les dangers de la nitration seraient considérablement atténués.

Dans un des précédents chapitres, nous avons donné les moyens d'obtenir économiquement l'acide sulfurique à peu près pur; on peut également préparer un acide nitrique concentré jusqu'à 95 % de monohydrate et ne contenant pas plus de 2 à 3 % de vapeurs nitreuses et de chlore.

La fabrication de l'acide nitrique est simple; elle est basée sur la décomposition du nitrate de soude par l'acide sulfurique, selon la formule théorique :

$$Na\ AzO^3 + H^2SO^4 = AzO^3H + NaHSO^4,$$

On chauffe le mélange de nitrate et d'acide dans une cornue en fonte, et les vapeurs nitriques se condensent dans des touries ou des tuyaux en grès, tandis que les autres gaz vont se dissoudre dans une tour à coke.

Théoriquement, une molécule de nitrate et une d'acide sulfurique donnent 2 molécules d'acide nitrique et 1 de sulfate de soude. Mais il est nécessaire d'employer un excès d'acide sulfurique, car une partie de cet acide se porte sur le sulfate pour former du bisulfate, ce dernier retenant environ 25 à 27 % de son poids d'acide sulfurique.

Avec sa disposition de condenseurs en forme de tuyaux en grès de 2m50 de hauteur, M. Guttmann parvient à obtenir un acide qui contient de 94 à 95 % de monohydrate et dont le poids spécifique est de 1,50 à 1,51, soit 48 à 49° B.

On n'a pas intérêt à produire un acide plus concentré, surtout lorsqu'il s'agit de nitrer la cellulose, car au-dessus de 95 %, l'acide attaque le coton, comme l'a reconnu M. Vieille.

L'appareil Guttmann comporte généralement 4 cornues de traitement, et chacune d'elles contient 620 kilogr. de nitrate bien desséché et 170 à 180 kilogr. d'acide sulfurique. Une opération qui dure de 12 à 14 heures donne, pour un four à 4 cornues, environ 1 560 kilogr. d'acide nitrique et 2574 kilogr. de bisulfate de soude qui retiennent de 24 à 27 %, soit 640 kilogr. environ d'acide sulfurique.

Jusqu'à présent ce sous-produit n'était pas utilisé; on s'en débarrassait d'une manière quelconque, mais non sans difficulté. Dans certains cas, on l'accumulait en tas dans le voisinage de l'usine, mais à la longue il se produisait des infiltrations acides dans le sol et dans les eaux, causes fréquentes de dégâts et de réclamations. A la dynamiterie espagnole de Galdacano, on le dénaturait en l'utilisant pour une fabrication d'acide chlorhydrique et de sulfate neutre par le procédé Leblanc.

En somme, le bisulfate a toujours été considéré comme un sous-produit gênant, sans valeur et d'une dénaturation difficile et coûteuse.

Son utilisation, telle que vient de la réaliser M. Barbier, par une méthode simple et économique, constitue un important progrès dans la fabrication des poudres et explosifs.

Le procédé de M. Barbier comprend les deux opérations suivantes : 1° on décompose le bisulfate en sulfate neutre et acide sulfurique, en soumettant sa dissolution à un froid artificiel de — 10 à — 11° C; 2° Après avoir recueilli le sulfate formé, on traite les eaux acides pour en retirer l'acide sulfurique concentré à 66° B.

Cette réaction produite par le froid est la conséquence de ce principe fondamental de la thermochimie, que Laplace et Lavoisier ont établi à la fin du siècle dernier :

La chaleur absorbée ou dégagée par la décomposition est égale à la chaleur dégagée ou absorbée par les combinaisons.

C'est ce qui explique qu'il soit possible, dans certains cas, de provoquer la décomposition d'une combinaison formée par l'action de la chaleur, en la soumettant à l'action inverse du froid.

Dans le cas qui nous occupe, le bisulfate formé à haute température est décomposé par le froid de la manière suivante:

On commence par le dissoudre dans l'eau froide, de façon à obtenir une liqueur titrant 36° B; c'est une dissolution de 100 kilogr. de bisulfate pour 160 kilogr. d'eau. Puis, en se servant d'une machine à glace ou par tout autre moyen, on abaisse la température à — 10° C. En agitant le liquide, la plus grande partie du bisulfate se décompose, et l'on obtient un dépôt de sulfate de soude en neige. C'est le sulfate hydraté à 10° équivalents d'eau,

$$Na\ H\ SO^4,\ 10\ H^2O,$$

qui cristallise en prismes et présente la composition suivante :

Eau	55,76
Sulfate anhydre	44,24
	100 »

100 kilogr. de bisulfate $H^2SO^4,NaSO^4$ donnent 160 kilogr. de sulfate hydraté $NaHSO^4,10H^2O$.

On sépare les cristaux des eaux-mères par essorage, et on leur enlève les dernières traces d'acide en les lavant avec une petite quantité d'eau et en passant une seconde fois à l'essoreuse.

Ces opérations doivent être faites à basse température, car au-dessus de + 15° C., le sulfate cristallisé en prismes tend à se transformer en sulfate amorphe, qui est un mélange de sulfate anhydre amorphe et de sulfate hydraté amorphe.

Le sulfate cristallisé ainsi obtenu est pur; sa vente est facile et lucrative. On l'utilise dans les teintureries et les pharmacies vétérinaires, qui en consomment d'assez grandes quantités.

Au besoin, on peut le transformer en sulfate anhydre pour verreries; il suffit pour cela de le chauffer très lentement, vers 40° C., dans une cuvette tournante ou oscillante.

Après l'extraction du sel, il reste deux dépôts d'eaux-mères; les premières essorées, qui titrent de 27 à 30° B., sont une dissolution de bisulfate très acide. Les eaux du second essorage, qui sont très peu acides, sont utilisées, dans une opération subséquente, pour dissoudre une nouvelle charge de bisulfate.

Afin de récupérer l'acide sulfurique des eaux-mères riches, on les fait passer dans une double rangée de cuvettes en porcelaine ou en plomb disposées en cascade et chauffées à l'air libre. Lorsqu'on a obtenu un degré de concentration convenable, on les écoule dans une chaudière en fonte chauffée par un foyer direct. On recueille par distillation de petites eaux, puis un acide concentré, et il reste une certaine quantité de bisulfate à l'état pâteux, que l'on fait rentrer dans le cercle des opérations précédentes en l'ajoutant au bisulfate à traiter.

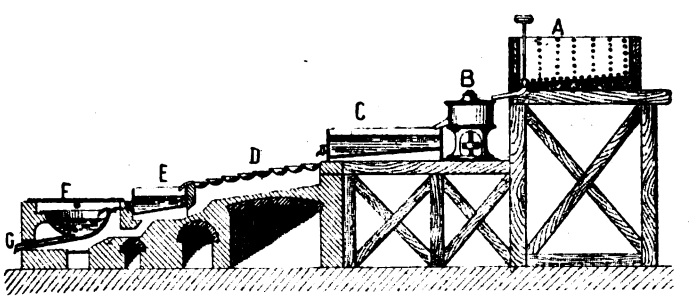


FIG. 1. — Traitement du bisulfate de soude.

A Cuve de refroidissement ; — B Turbine ; — CE Réservoirs ; — D Four de chauffe des acides ; — F Chaudière de distillation ; — G Tuyau d'écoulement du bisulfate.

La figure 1 indique en plan et coupe une disposition permettant d'opérer d'une façon continue.

La dissolution de bisulfate est décomposée dans le récipient refroidi A, puis le mélange de sulfate et d'eaux-mères est turbiné dans une série d'essoreuses centrifuges B. Les eaux-mères riches sont envoyées dans

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 39; n° 4, p. 51.

Digitized by Google

le réservoir C, d'où elles s'écoulent par deux siphons dans le four à capsules en porcelaine D, puis dans le réservoir E, et finalement dans la chaudière en fonte F. Les chaleurs perdues du foyer placé sous cette chaudière servent à chauffer successivement le petit réservoir E et le four à cuvettes.

Le bisulfate pâteux qui reste dans la chaudière après la distillation des acides est recueilli par le tuyau G.

100 kilogr. de bisulfate soumis à ces diverses opérations donnent :

131 kilogr. de sulfate cristallisé à 10 équivalents d'eau.
24 — d'acide sulfurique à 66° B.
10 — d'acide sulfurique à 18 ou 20° B.

Si l'on traite 5 000 kilogr. par jour, soit 1 500 tonnes par an, on obtient les résultats suivants :

1 950 tonnes de sulfate cristallisé, à 40 francs la tonne.		78.000 francs.
360 — d'acide sulfurique à 66° B., à 80 francs	—	28.800 —
150 — d'acide sulfurique faible.		Pour mémoire.
TOTAL.		106.800 francs.

Les dépenses comprennent :

Combustible, à raison de 40 kilogr. par 100 kilogr. de bisulfate, soit 700 tonnes à 30 francs la tonne.	21.000 francs.
Main-d'œuvre, 5 hommes par jour à 4 francs, soit 360 journées de 20 francs	7.200 —
Entretien et réparations	3.000 —
Frais généraux, intérêt, amortissement et divers	15.000 —
TOTAL.	46.200 francs.

Le bénéfice est donc de 60 200 francs. Il est sensiblement accru si l'on tient compte des bisulfates et acides faibles qui restent à la fin du traitement et que l'on fait rentrer dans le roulement des opérations successives.

Ce résultat important démontre l'énorme avantage qui résulte du traitement d'un sous-produit qui, jusqu'à présent, n'a jamais pu être utilisé et dont certaines grandes usines ne peuvent se débarrasser qu'à prix d'argent.

P.-F. CHALON,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

SCIENCES

NOMOGRAPHIE

Les calculs usuels effectués au moyen des abaques,

par Maurice d'OCAGNE, *Ingénieur des Ponts et Chaussées.*

(*Suite* [1].)

IV. — Les deux méthodes de transformation dont on fait le plus généralement usage en géométrie sont basées, l'une sur la théorie des figures réciproques ou corrélatives, l'autre sur la théorie des figures collinéaires ou homographiques. Elles fournissent, dans les recherches abstraites, le moyen d'étendre aux figures transformées certaines propriétés correspondant à d'autres qu'il a été plus facile d'établir pour des figures primitives plus simples ; mais on conçoit que, si l'emploi de ces méthodes est transporté du domaine de la théorie dans celui de la pratique, on en pourra retirer l'avantage inverse de substituer à une figure compliquée une autre figure plus simple et d'une lecture plus commode. C'est en ce sens que M. d'Ocagne a mis successivement les deux méthodes de transformation à profit.

Deux figures sont *corrélatives* lorsqu'à des points de l'une correspondent des droites dans l'autre, de manière qu'à des points alignés correspondent des droites concourantes, avec cette condition que le rapport anharmonique de quatre points soit égal à celui des quatre droites correspondantes. A un abaque composé de trois systèmes de droites isoplèthes devra correspondre, dans les mêmes conditions, un abaque corrélatif, composé de trois systèmes de *points isoplèthes*. Et si le choix des équations (I) a pu être fait de telle sorte qu'un ou plusieurs systèmes d'isoplèthes du premier abaque soient composés de droites concourantes (ou parallèles), les systèmes correspondants de l'abaque corrélatif seront composés de points alignés. Quant aux systèmes de droites enveloppant respectivement certaines courbes dans le premier abaque, ils seront remplacés, dans le second, par des systèmes de points formant respectivement autant de courbes continues. L'abaque transformé d'une équation à triple réglure quelconque consistera donc en trois ponctuelles, droites ou courbes, dont les points seront affectés des mêmes cotes que les droites correspondantes de l'abaque primitif.

On aperçoit immédiatement les avantages de la transformation. Les abaques hexagonaux, qui se prêtent si bien au fractionnement et au déplacement des échelles, ne sont applicables qu'aux équations à triple réglure parallèle. La méthode des points isoplèthes permettra d'étendre à la triple réglure quelconque la substitution de simples échelles aux trois faisceaux d'isoplèthes complètement tracés.

M. d'Ocagne fait usage, pour opérer ses transformations réciproques, des *coordonnées parallèles de droites*, système spécial de coordonnées tangentielles dont il avait déjà donné une théorie en 1885. Dans ce système, qui se déduit du cartésien, conformément à la loi de dualité, par l'échange des éléments *point* et *droite*, la position d'une droite est définie par des coordonnées, au lieu de l'être par une équation, et celle d'un point par une équation, au lieu de l'être par des coordonnées. L'équation du point, dans le second système, est d'ailleurs de même forme que l'équation de la droite dans le premier. Dès lors tout système de valeurs des paramètres α, β, γ, satisfaisant à une équation (E) donnée (§ II), correspondra à *trois points isoplèthes alignés*, respectivement situés sur les trois bases, droites ou courbes, de l'abaque transformé, au lieu de correspondre à *trois droites concourantes*, appartenant respectivement aux trois cours d'isoplèthes de l'abaque primitif. Il suffira donc de convertir les coordonnées cartésiennes de points en coordonnées parallèles de droites pour transformer un abaque à trois cours de droites isoplèthes en un abaque corrélatif à trois systèmes de points isoplèthes.

M. d'Ocagne donne comme exemple de ce genre de transformations l'abaque de l'équation trinôme du troisième degré

$$z^3 + p.z + q = 0.$$

Avec l'abaque cartésien que M. Lalanne a construit pour cette équation, on avait à lire les cotes des droites isoplèthes (z) passant par les points $x = p$, $y = q$. On lira, sur l'abaque corrélatif, les cotes des points isoplèthes (z) sur la droite qui a pour coordonnées parallèles p et q, c'est-à-dire qui coupe les échelles parallèles du nouvel abaque aux distances p et q de leurs origines respectives.

Pour n'avoir pas à tracer les lignes sur la figure, on tendra un fil entre les points cotés p et q sur les échelles et on lira les cotes des points d'intersection de ce fil et de la courbe des points (z) (1).

Un exemple de construction directe des abaques à points isoplèthes au moyen des coordonnées parallèles de droites est fourni par l'équation à triple réglure (E) entre trois variables h, l, p, qui permet de substituer au profil rectangulaire, calculé pour un mur de soutènement, un profil de même résistance avec fruit intérieur. On procède comme dans le cas du § II, à cette seule différence près qu'on établit en coordonnées parallèles de droites, et non plus en coordonnées cartésiennes de points, les deux relations, ne contenant que les variables l, p, entre lesquelles on élimine successivement ces variables pour avoir les équations (I_1), (I_2) des points isoplèthes (l), (p). On obtient ensuite l'équation (I_3) des points isoplèthes (h) en éliminant l et p entre les deux équations précédentes et l'équation (E) donnée. On fait varier chacun des trois paramètres de cinq en cinq centimètres, par exemple, dans celle des équations (I) qui le contient. On obtient ainsi successivement les trois formes de points qui constituent l'abaque. Ces trois formes reposent sur des hyperboles; mais deux d'entre elles, quoique différant par leurs graduations, ont pour base une seule et même courbe. Cette circonstance n'amène d'ailleurs aucune confusion dans la lecture de l'abaque, les parties pratiquement utiles auxquelles on limite le tracé des deux formes reposant sur des arcs complètement distincts de l'hyperbole unique.

La seconde méthode de transformation dont nous avons à parler est fondée sur le principe de l'homographie.

Deux figures sont *homographiques* lorsqu'à des points et à des droites de l'une correspondent respectivement des points et des droites dans l'autre, de manière que quatre points alignés (ou quatre droites concourantes) de l'une des figures aient leur rapport anharmonique égal à celui des quatre points correspondants (ou des quatre droites correspondantes) de l'autre figure.

Les coordonnées de deux points correspondants quelconques des deux figures sont liées par des relations de la forme

$$x' = \frac{ax + by + c}{dx + ey + f}, \qquad y' = \frac{a'x + b'y + c'}{dx + ey + f}.$$

En substituant x' et y' à x et y, ou réciproquement, on obtient des transformations permettant, dans certains cas, de remplacer un abaque à points isoplèthes par un autre plus simple ou mieux disposé.

Exemple : Dans l'abaque des murs de soutènement, cité plus haut, la cote et l'abscisse d'un point h étant liées par la relation $h = f(x)$, une transformation homographique avec $x' = f(x)$ donnera un abaque où le point coté h aura pour abscisse $x' = h$ et où, par conséquent, les valeurs de l'inconnue seront données à l'échelle de la figure par les abscisses des points h. En procédant de même pour les ordonnées de h et pour les coordonnées des deux autres variables, l, et p, on transforme l'abaque ponctuel à trois hyperboles, dont deux superposées, en un abaque ponctuel composé de deux nouvelles hyperboles superposées et d'une parabole.

On peut améliorer encore ce nouvel abaque en le soumettant à la plus simple des transformations homographiques, c'est-à-dire en dilatant les ordonnées de ses points, comptées à partir d'un axe convenablement choisi, de manière à augmenter l'écartement des courbes et l'angle sous lequel elles sont coupées par certaines droites.

Il est à remarquer d'ailleurs qu'un abaque linéaire, dans lequel une équation à trois variables est représentée par le croisement de trois cours d'isoplèthes, peut être impunément déformé d'une manière quelconque puisque trois mêmes lignes se croiseront en un même point, après comme avant la transformation. De là le principe de l'*anamorphose graphique*, indiqué par M. Lallemand, qui permet de modifier à volonté les parties d'un abaque linéaire dont la lecture serait malaisée (2). Cet artifice n'est pas applicable aux abaques de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 4, p. 58.

(1) C'est à propos de ce cas spécial que M. d'Ocagne a publié pour la première fois, en 1884, le principe de sa méthode des points isoplèthes, principe qu'il a énoncé depuis dans toute sa généralité ici même (*Génie Civil*, tome XVII, n° 22, p. 343). Nous avons donné (avec un grand nombre d'autres) cet abaque de l'équation trinôme, comme corrélatif de l'abaque cartésien de M. Lalanne, dans les *Appendices* à la traduction du *Calcul graphique* de M. Favaro. (Paris, Gauthier-Villars, 1885.)

(2) Voir aussi Massau, *loc. cit.*

Digitized by Google

points, parce qu'une déformation arbitraire dérangerait les alignements de points correspondants.

V. Si l'on introduisait une quatrième variable δ dans l'une des trois équations (I) du § II, dans (I_1) par exemple, on aurait, pour chaque valeur de δ, un système d'isoplèthes (α) et le tableau deviendrait illisible. Il a donc fallu, pour représenter sur un plan des équations à plus de trois variables, recourir à d'autres procédés, parmi lesquels le plus fécond est celui des *échelles binaires* de M. Lallemand.

Nous avons parlé (§ II) d'une échelle binaire à parallèles qui n'est autre chose que l'abaque de l'équation $F(\alpha, \beta) = \lambda$, obtenu en prenant pour premier cours d'isoplèthes $x = \lambda$. La valeur de $F(\alpha, \beta)$ est alors donnée, à l'échelle de la figure, par le segment de l'axe des x compris entre l'origine et la parallèle à l'axe des y menée du point commun aux isoplèthes correspondantes (α), (β).

Prenons maintenant un abaque hexagonal (§ III) dont les trois échelles simples Oz, $O_1 x$, $O_2 y$ (1) sont respectivement parallèles, la première à la bissectrice d un angle de 120°, les deux autres aux côtés de cet angle. Accolons à l'échelle simple Oz l'échelle binaire de F (α, β), et de même aux échelles simples O_1x, $O_2 y$, les échelles binaires de deux autres fonctions de même forme $\Phi(\gamma, \delta)$, $\Psi(\varepsilon, \eta)$, de telle sorte que les échelles simples deviennent les axes des échelles binaires sur lesquels on doit lire les segments donnant les valeurs des trois fonctions. Faisons passer les deux premiers axes de l'indicateur mobile, l'un par un point D ou (γ, δ) de $O_1 x$, l'autre par un point E ou (ε, η) de $O_2 y$. Le troisième axe passera par un certain point A ou (α, β) de Oz et l'on aura :

$$OA = F(\alpha, \beta),\ O_1D = \Phi(\gamma, \delta),\ O_2E = \Psi(\varepsilon, \eta)$$

Mais OA, O_1D, O_2E sont les projections, sur la diagonale et sur les côtés de l'angle de 120°, du segment de droite qui serait compris entre le centre de l'indicateur et l'origine commune aux trois échelles linéaires, si l'on ramenait ces échelles déplacées à leurs positions primitives (§ III). On a donc la relation :

$$F(\alpha, \beta) = \Phi(\gamma, \delta) + \Psi(\varepsilon, \eta),$$

type d'équations à six variables que la disposition précédente fournit le moyen de représenter.

On peut d'ailleurs remplacer une ou deux des trois échelles binaires par une ou deux échelles linéaires et avoir ainsi des abaques d'équations à cinq ou à quatre variables.

Si l'équation proposée est de la forme

$$F_1(\alpha, \beta) = \Phi_1(\gamma, \delta)\ \Psi_1(\varepsilon, \eta),$$

qui se présente fréquemment dans la pratique, il suffit de poser

$$\log. F_1(\alpha, \beta) = F(\alpha, \beta),\ \log. \Phi_1(\gamma, \delta) = \Phi(\gamma, \delta).$$
$$\log. \Psi_1(\varepsilon, \eta) = \Psi(\varepsilon, \eta),$$

pour la ramener à la forme précédente.

Tel est le cas de la formule des intérêts composés,

$$A = a(1 + r)^n,$$

que l'on écrit : $\log A = \log a + n \log (1 + r)$

L'abaque hexagonal qui la représente comprend deux échelles linéaires pour les termes log. A, log. a et une échelle binaire, composée des isoplèthes $y = \log.(1 + r)$, $x = ny$, pour le terme

$$n \log. (1 + r).$$

Le premier axe de l'indicateur passant par le point de rencontre des isoplèthes (n) et (r), durée et taux du placement, et le second par le point (a) de l'échelle qui donne la valeur du capital placé, le troisième axe indiquera, sur la troisième échelle, la valeur A du capital produit à la fin des n années. On peut prendre pour inconnue l'une quelconque des quatre quantités a, A, n, r.

La relation à cinq variables, donnée par M. Boussinesq, pour le calcul de la poussée des terres, est pareillement représentée par un abaque hexagonal composé de deux échelles binaires et d'une échelle simple. Le premier axe de l'indicateur marque, sur l'une des échelles binaires, le point de rencontre des isoplèthes de la hauteur du mur et du poids spécifique des terres ; le second axe marque, sur la seconde échelle binaire, le point de rencontre des isoplèthes du frottement des terres sur elles-mêmes et sur la maçonnerie ; le troisième axe indique, sur l'échelle linéaire, la valeur de la poussée, exprimée en tonnes par mètre carré.

Paul TERRIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

(1) Les notations servent à fixer les idées et ne se rapportent pas à des figures accompagnant le texte.

MÉCANIQUE

ASCENSEUR DE 44 MÈTRES POUR VOYAGEURS

Établi à la station de Weehawken, près Hoboken (E.-U.)

(Planche VI).

Le chemin de fer de North Hudson County (Etats-Unis) possède, près de Hoboken, des voies à niveau ainsi que des voies surélevées. Pour faciliter aux voyageurs le passage des unes sur les autres, la Compagnie a résolu de construire un viaduc en acier de 265 mètres de longueur, dont une extrémité est placée à la distance de 45 mètres du bac de Hoboken et dont l'autre extrémité atteint le sommet de la station des Palissades à Jersey. Ce viaduc est situé à une hauteur de 45 mètres au-dessus du niveau des hautes eaux de l'Hudson, aux Palissades, et à une hauteur de 46m 6 au voisinage des ascenseurs ; il est constitué de six travées du système américain à boulons, la septième travée est une poutre pleine. Le viaduc est calculé de manière à pouvoir supporter, sur chacune des deux voies, une locomotive de 45 tonnes du type « Mogul », attelée à un train dont la charge se répartit à raison de 2 900 kilogr. par mètre courant.

A l'extrémité du viaduc la plus rapprochée du bac, on placera trois ascenseurs pour le service des voyageurs ; chaque ascenseur doit pouvoir transporter, chaque fois, 130 personnes à une hauteur de 44m 225. Il y aura en outre, de chaque côté de la voie, deux passages pour les voyageurs qui se rendent à pied, soit vers le bac, soit dans la direction opposée.

L'ascenseur que nous allons décrire, d'après l'*Engineering News*, est l'un des plus grands qui existent ; il est construit par MM. Otis frères et Cie de New-York et ressemble beaucoup à celui que les mêmes constructeurs ont établi pour la tour Eiffel.

Les trois cabines se meuvent dans la travée extérieure de l'ascenseur, ainsi que le montre la planche VI, et sont actionnées au moyen de la pression de l'eau fournie par un réservoir installé au sommet de l'ascenseur. Elles ont chacune une longueur de 6m 550, une hauteur de 4m 810 et une largeur de 3m 050. Leur cage est constituée par des fers en U de 200 m/m et des cornières de 100 × 75 soumises à une charge maximum de 4 080 kilogrammes.

Les cylindres hydrauliques sont en fonte ; ils ont une longueur de 10m 670, un diamètre intérieur de 950 m/m et une épaisseur de 50 m/m. Les brides inférieure et supérieure ont un diamètre intérieur de 1m 25 et une épaisseur de 75 m/m. L'alésage des cylindres a été effectué sur des machines verticales qui permettent de faire cette opération délicate avec une plus grande précision que des machines horizontales. Les segments des cylindres sont reliés entre eux par 24 boulons en fer forgé de 44 m/m, et dans les joints on a placé des feuilles épaisses de papier d'amiante.

Aux poutres de fondations de l'ascenseur on a fixé, par deux boulons d'ancrage de 100 m/m, les plaques d'assises des cylindres ; ces plaques sont en fonte et très puissantes, ainsi que les plaques au sommet, qui sont en outre munies de nervures transversales laissant le passage libre aux tiges de pistons à travers des presse-étoupes en bronze.

Chaque ascenseur pourra soulever une charge de 9 070 kilogr. à une vitesse de 610 mètres par minute et sous une pression de 12 kilogr. par centimètre carré. Les cylindres ont été essayés à une pression de 35 kilogr. par centimètre carré. Les pistons sont en fonte et se terminent, a chaque bout, par une portion sphérique ; ce mode de construction réunit à la légèreté une grande résistance.

Aux pistons, on a relié des becs d'arrêt (fig. 6, pl. VI), qui agissent comme des interrupteurs automatiques en fermant graduellement les conduits du cylindre de la même manière que dans les cylindres à vapeur. Les trous par lesquels l'eau s'échappe sont placés près de l'extrémité qui bouche d'abord les conduits, de manière que le piston s'arrête graduellement. L'usage de ces becs d'arrêt permet de faire monter la cabine de l'ascenseur à la vitesse maximum et d'en opérer l'arrêt sans que des chocs puissent se produire.

Chaque cylindre est relié à un palan mobile, composé de trois poulies, au moyen de deux tiges en acier Bessemer ou en acier Martin Siemens de 112 millimètres de diamètre. Les tiges sont reliées au cadre mobile de l'ascenseur, construit en fer forgé, au moyen de pièces de compensation (fig. 4, pl. VI), et possèdent une résistance à la rupture de 400 tonnes. Lorsqu'une d'elles se rompt, l'autre suffit pour résister à la charge totale de la cabine sans se gauchir.

Chaque cabine est suspendue à huit câbles en fils d'acier fondu au creuset. Ces câbles sont formés de six torons de dix-neuf fils enroulés autour d'une âme en chanvre et ont une résistance à la rupture de 19 000 kilogr. Six d'entre eux sont attachés à l'appareil de soulèvement et les autres aux contrepoids.

Quant aux appareils de sûreté, ils sont tellement nombreux que la probabilité d'un accident est réduite au minimum. Chaque cabine est munie de deux freins modérateurs du type ordinaire à mouvement rotatif (fig. 8 et 9), de sorte que lorsque l'un d'eux ne fonctionne plus, l'autre entre en action. En outre, un arrêt automatique à triple griffe (fig. 1 à 3 ci-jointes) est ajouté aux six câbles de soulèvement qui sont attachés à un levier de compensation sur le cadre supérieur de la cabine, de manière que, lorsqu'il se produit un accident quelconque, une série de coins se trouvent forcés dans les trois montants en bois dur le long desquels la cabine se meut. C'est un dispositif tout nouveau.

Pour assurer un contrôle efficace du mouvement de soulèvement et de descente, on se sert d'un piston différentiel mis en action au moyen d'une soupape auxiliaire. Comme la soupape principale a 225 millimètres de diamètre, il serait impossible de la mettre en mouvement de la manière habituelle ; c'est pour cette raison que l'on a adopté le dispositif montré par la figure 6 (planche VI). Au-dessus de la soupape principale, et reliée avec elle au moyen d'une tige de piston, on a placé une grande soupape de 275 millimètres de diamètre. Deux tuyaux relient en haut et en bas cette grande soupape avec la soupape auxiliaire placée à droite. La corde attachée au levier de manœuvre de la cabine passe sur une roue à gorge avec une raideur suffisante pour mettre la roue en mouvement lorsque la corde est tirée dans une direction quelconque. Supposons que l'on veuille soulever les soupapes, on tire sur la corde de droite et la roue à gorge tourne dans le sens opposé à celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Comme le frottement de la grande soupape est beaucoup plus grand que celui de la soupape auxiliaire, celle-ci sera soulevée par

Digitized by Google

les leviers et par les tiges qui relient les différentes parties du mécanisme. Par suite, la soupape auxiliaire laissera le passage libre à l'eau sous pression dans l'espace correspondant à la différence des diamètres des soupapes, tandis que l'excès de la pression exercée sur la grande soupape opérera le soulèvement de la soupape de manœuvre et par conséquent permettra l'introduction de l'eau dans le cylindre de soulèvement principal.

Il en résulte que les mouvements de la soupape auxiliaire et des soupapes de manœuvre sont opérés toujours dans le même sens. La soupape de manœuvre est mue vers le bas en introduisant de l'eau, de la même manière, au-dessus de la soupape de 275 millimètres, par un tuyau qui n'est pas indiqué sur la figure. Ces soupapes de manœuvre sont indiquées, à une plus grande échelle, sur la figure 7 qui donne la forme réelle des divers organes.

Le réservoir placé au sommet de la tour de l'ascenseur a une capacité de 45 000 litres, de même que le réservoir de vidange placé en bas; un réservoir auxiliaire servant d'accumulateur peut contenir 5 400 litres d'eau. Pour remplir les réservoirs, on se sert d'une pompe à condensation Worthington, dont les cylindres à vapeur ont respectivement 400 et 725 millimètres de diamètre; le cylindre hydraulique a un diamètre de 300 millimètres et une course de piston de 450 millimètres. Une pompe à air sert à maintenir la pression convenable dans les réservoirs à compression qui sont reliés avec les cylindres de la pompe par une conduite en fonte de 180 millimètres.

T. C. H.

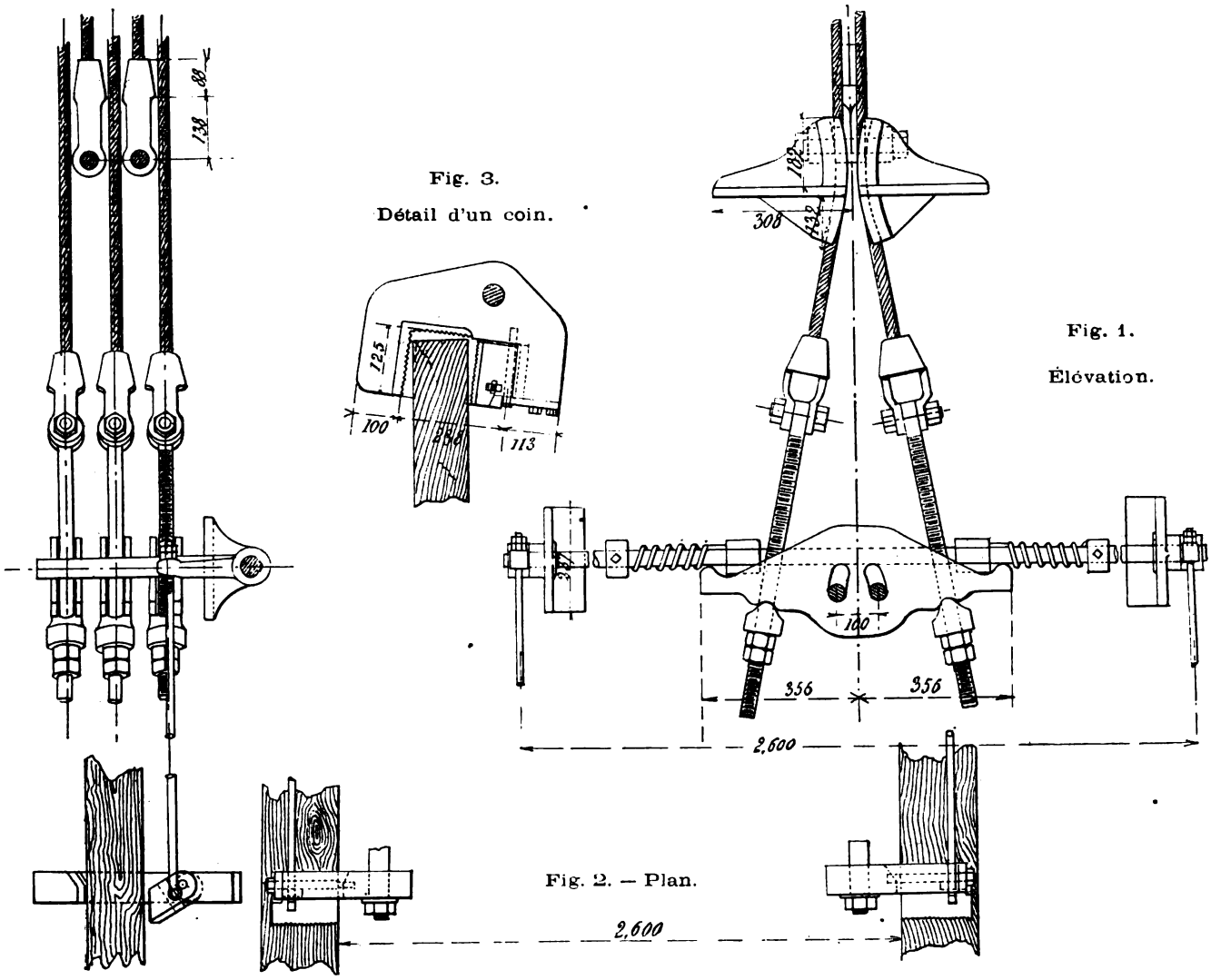


Fig. 3. Détail d'un coin.

Fig. 1. Élévation.

Fig. 2. — Plan.

Fig. 1 à 3. — Arrêt automatique à triple griffe de l'ascenseur de Weehawker.

ÉLECTRICITÉ

INDICATEUR OPTIQUE PERMANENT DE M. J. PERRY

L'indicateur de Watt, malgré ses nombreux perfectionnements, est encore un appareil assez mal approprié aux moteurs à vapeur à grande vitesse angulaire dont l'emploi s'est si répandu depuis quelques années, par suite du développement des applications de l'éclairage électrique. Le principal défaut de l'indicateur appliqué aux moteurs à grande vitesse, est sa trop petite période naturelle d'oscillation. Lorsque cette période d'oscillation est le $^1/_{20}$ ou le $^1/_{30}$ de celle de la période de rotation du moteur, on remarque que le diagramme n'est nullement déformé par la vibration propre de l'indicateur, vibration que le frottement des fluides suffit pour éteindre complètement. Si la période de vibration propre de l'indicateur est de $^1/_{15}$ de celle de la période de rotation du moteur, il faut donner une certaine pression à la pointe traçante pour amortir les vibrations, mais l'enregistrement devient impossible lorsque le rapport des périodes atteint $^1/_{10}$. On peut réduire cette cause d'erreur en employant un ressort plus énergique, mais les tracés sont alors à une échelle trop petite pour que l'intégration s'obtienne avec une précision suffisante. M. Perry a remédié à cet inconvénient en employant comme pièce principale de son indicateur une plaque dont la période propre d'oscillation, de vibration devrait-on dire, n'est que de $^1/_{500}$ de seconde. Dans ces conditions, l'appareil est susceptible de donner des diagrammes exacts avec des vitesses angulaires de 1 500 tours par minute.

L'indicateur représenté en élévation et en coupe (fig. 1 et 2) se compose d'une boîte mince en fonte ou en bronze, fermée sur l'une de ses faces par un disque mince d'acier D. L'un de ces disques, employé pour des pressions effectives ne dépassant pas 2 kg. par centimètre carré, a 3 centimètres de diamètre, et $0^{mm}4$ d'épaisseur. On peut faire usage de disques plissés qui donnent plus de sensibilité, mais ils sont d'un prix plus élevé ; les disques plans donnent d'ail-

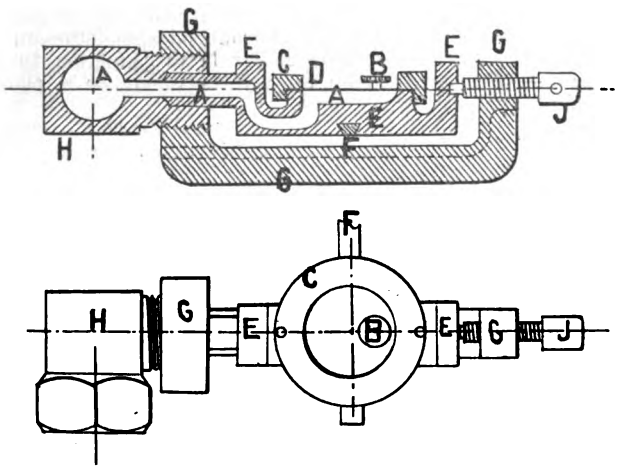


Fig. 1 et 2. — Coupe longitudinale et plan de l'indicateur optique.

Digitized by Google

Digitized by Google

ASCENSEUR DE 44 METRES POUR VOYAGEURS ÉTABLI A LA STION DE W

Fig. 1 à 3 Ensemble – **Fig 1** – Vue par bout

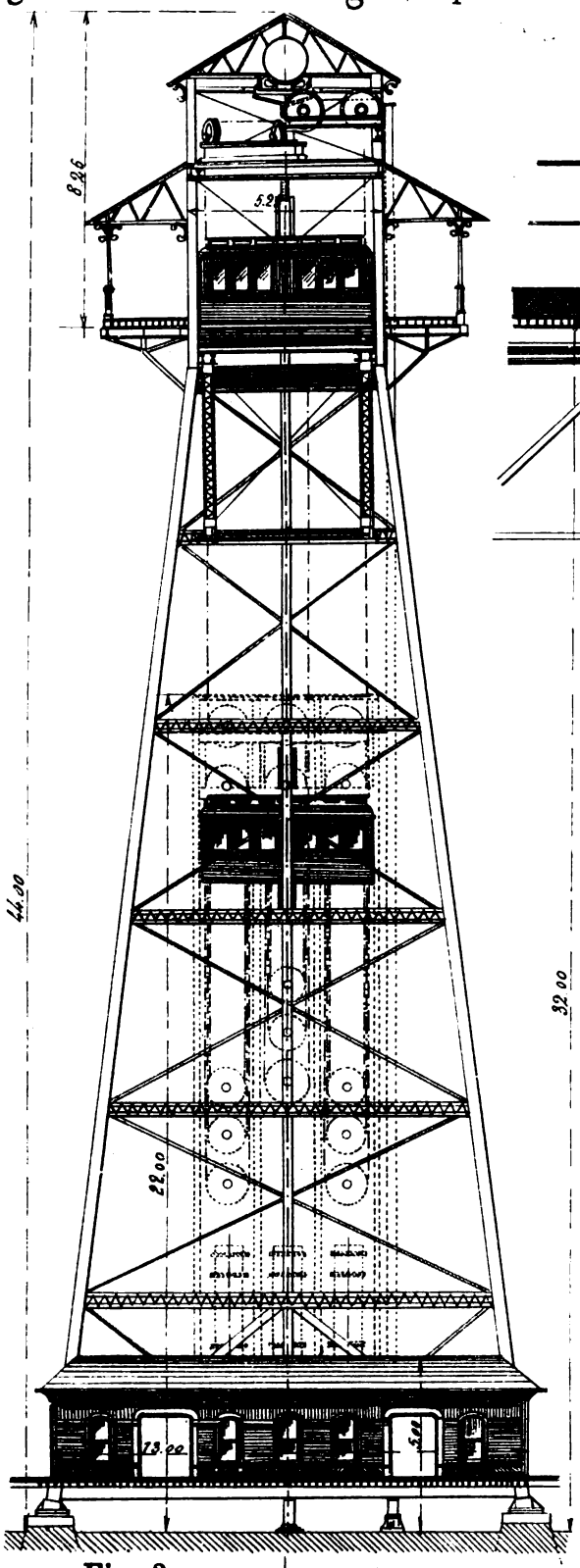


Fig. 2 — Élévation

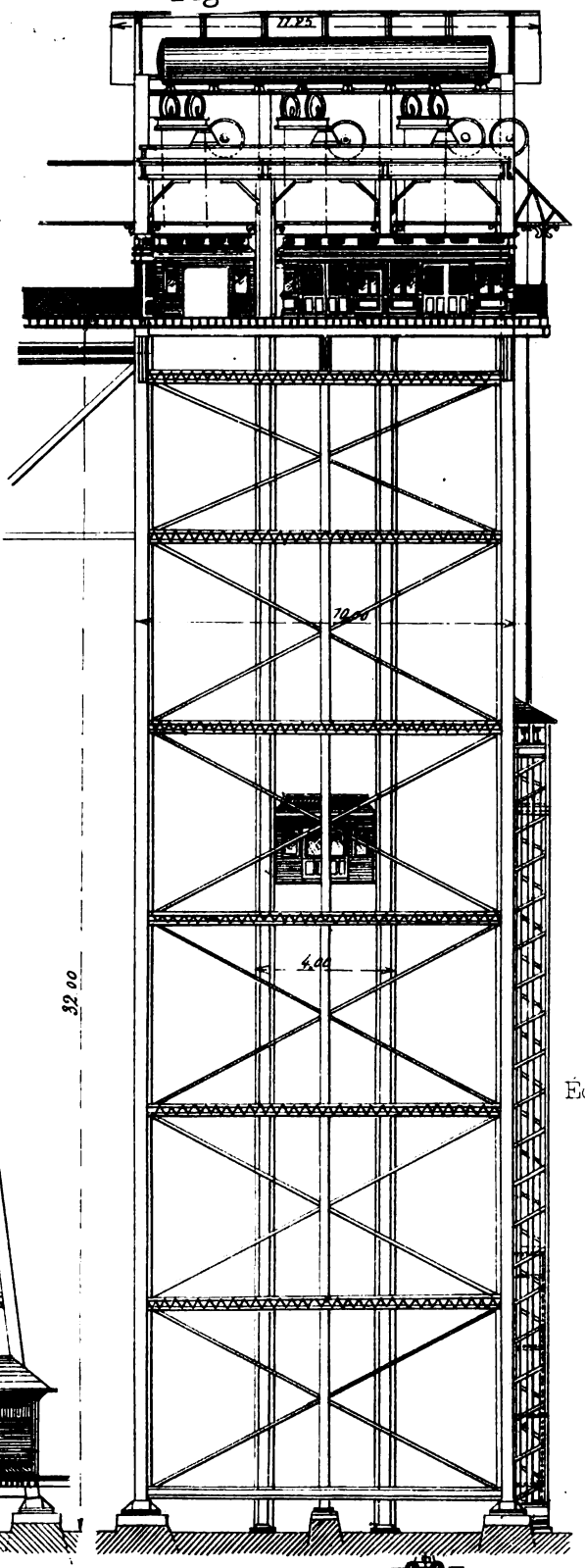


Fig. 3 Plan

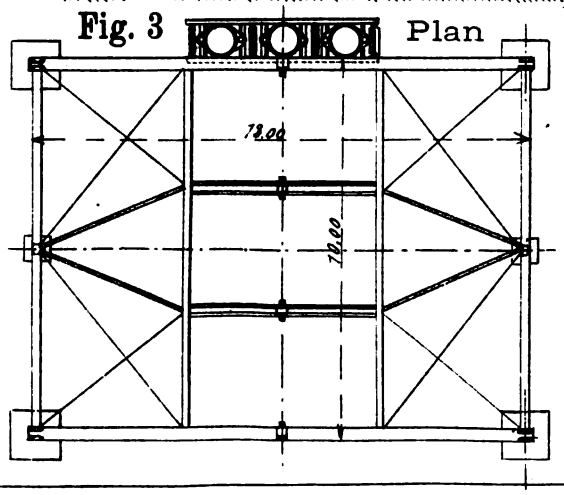


Fig. 8 à 9
Frein modérateur

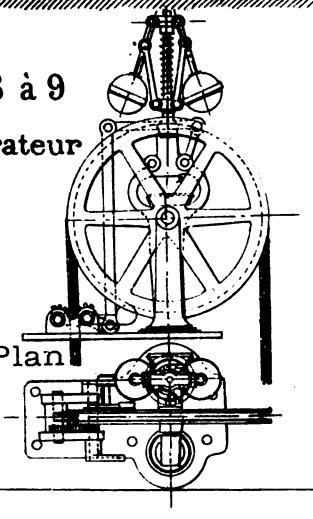
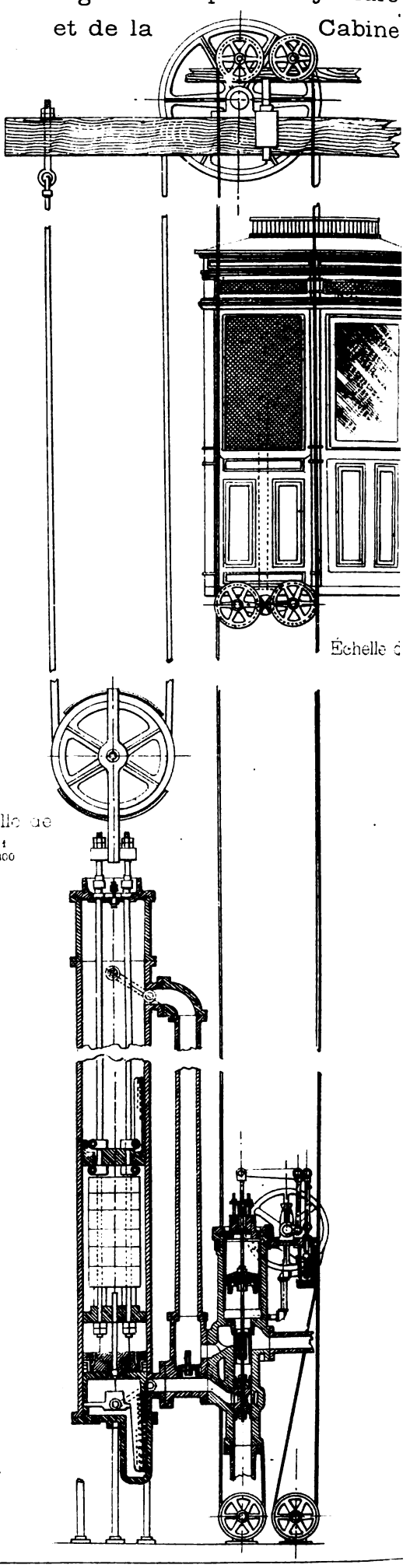


Fig. 9 - Plan

Fig. 6 — Coupe du Cylindre et de la Cabine



Digitized by Google

EEHAWKEN DE LA NORTH-HUDSON COUNTY RAILWAY PRES DE HOBOKEN

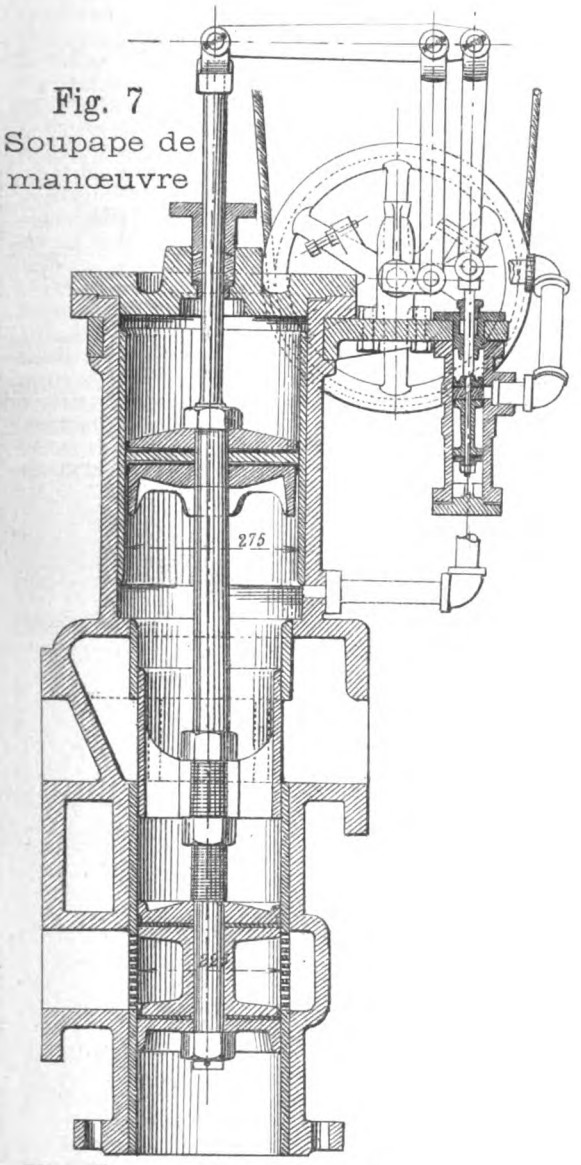


Fig. 7
Soupape de manœuvre

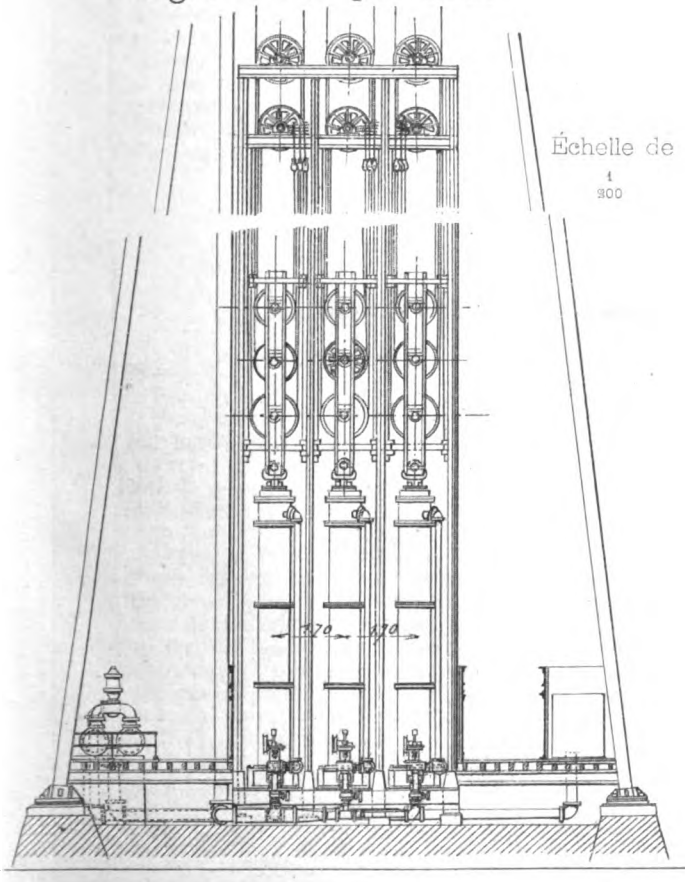
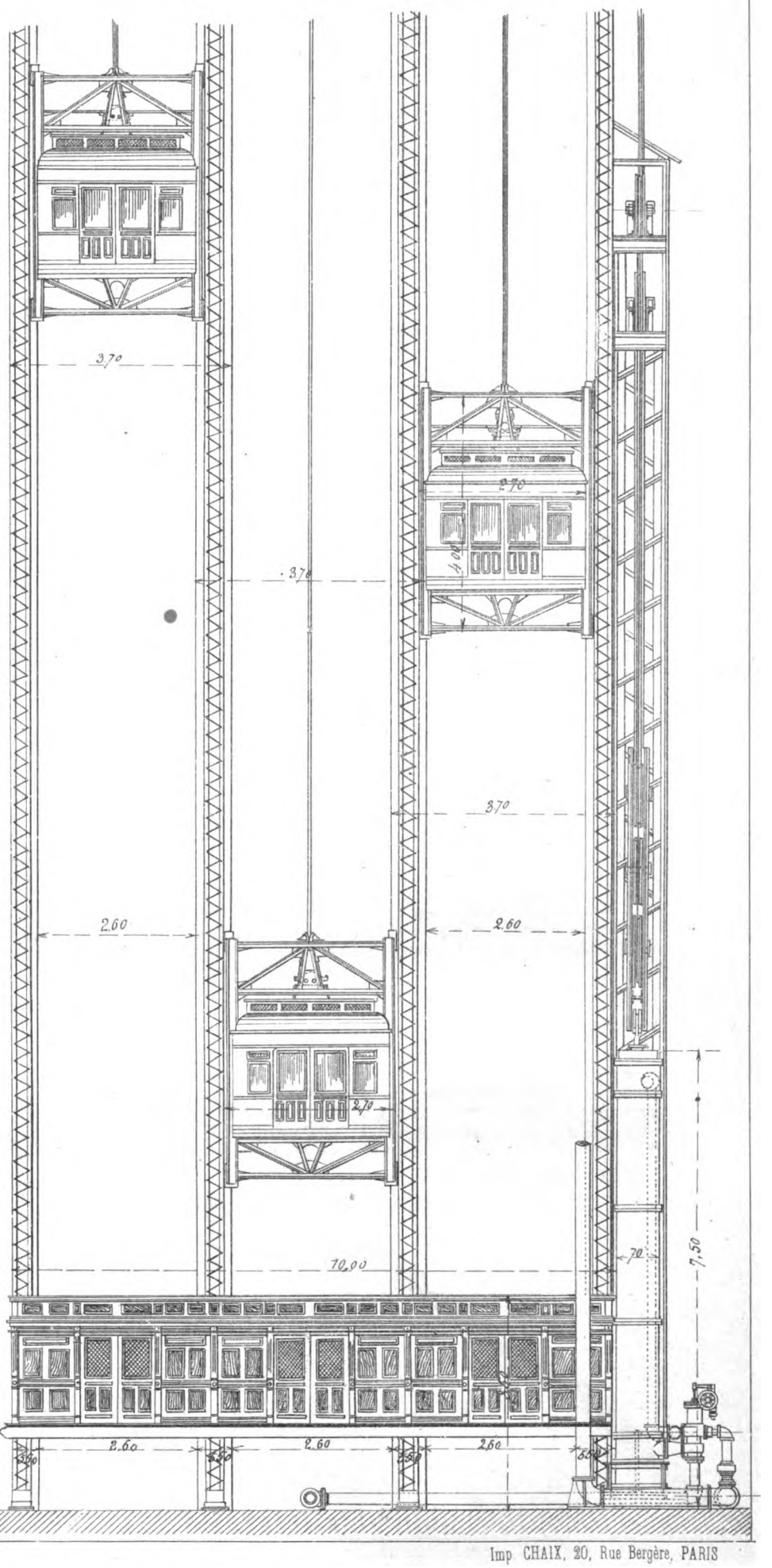


Fig. 5 — Vue par bout

Échelle de $\frac{1}{100}$ **Fig. 4** — Mécanisme de soulèvement



Imp. CHAIX, 20, Rue Bergère, PARIS

Digitized by Google

Digitized by Google

leurs une sensibilité parfaitement suffisante. Lorsque la boîte de l'indicateur communique avec le cylindre du moteur, il se gonfle plus ou moins, en fonction de la pression s'exerçant à sa surface interne. Ce déplacement est considérablement amplifié en fixant sur le disque, à mi-distance entre le centre et la périphérie, un léger miroir B identique à ceux dont on fait un si fréquent emploi dans les laboratoires d'électricité.

Ce disque porte une légère monture à vis qui permet de le fixer et de l'enlever rapidement. En faisant tomber sur le miroir le rayon lumineux fourni par une simple lampe à huile, et en faisant réfléchir ce rayon sur une feuille de papier blanc, il se promène sous la forme d'une trace identique à celle que ferait un index de plus de 1 mètre de longueur. Dans ces conditions, on obtient un diagramme de 5 à 10 centimètres de longueur.

En employant des lentilles, une lampe au magnésium ou une lampe oxhydrique, on peut placer l'écran à 12 mètres de distance, et obtenir avec la même facilité des diagrammes de près de 2 mètres de hauteur. L'extrémité du bras F reçoit, par l'intermédiaire de leviers convenablement disposés, un léger mouvement oscillatoire synchronique avec celui du piston et dans une direction perpendiculaire à celle du rayon lumineux produit par le déplacement du disque.

On a ainsi sous l'œil, d'une façon permanente, le diagramme du travail de la vapeur, ainsi que les modifications qui lui sont apportées à chaque instant par les changements de la pression initiale, de la charge résistante ou de la détente. Lorsqu'un régime permanent est établi, les tracés successifs se superposent et le diagramme apparaît sous la forme d'une ligne continue, pourvu que la vitesse angulaire dépasse 60 tours par minute. Rien n'est plus simple que de suivre le tracé avec un crayon, et d'en garder l'image en plaçant au préalable une feuille de papier sur l'écran. Les figures 3 et 4

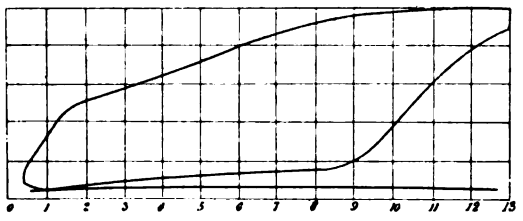


Fig. 3. — Diagramme obtenu à 200 tours par minute.

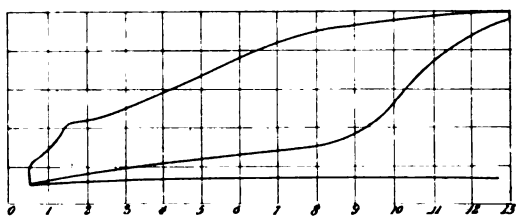


Fig. 4. — Diagramme obtenu à 500 tours par minute.

montrent deux tracés ainsi obtenus sur une petite machine de démonstration établie au Finsbury College de Londres, pour des vitesses angulaires très différentes : 200 et 500 tours par minute.

On peut d'ailleurs photographier le diagramme au lieu de le tracer au crayon comme nous venons de l'indiquer. Il suffit pour cela d'enfermer l'écran dans une boîte et d'employer un appareil ordinaire. En produisant le trait lumineux avec une lampe à huile, il faut environ une minute de pose, mais il suffit de quelques secondes si le trait est obtenu en brûlant du magnésium en poudre derrière le trou.

Nous n'avons pas besoin d'insister ici sur l'intérêt pratique que présente l'ingénieux appareil de M. J. Perry, et signaler les nombreuses applications dont il est susceptible dans l'industrie et dans l'enseignement.

E. Hospitalier.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES
et les difficultés présentes.

(Suite [1].)

Nous avons cherché à préciser dans un premier article, l'origine du mode de rémunération complémentaire du travail, désigné sous le nom de participation aux bénéfices ; nous avons indiqué les résultats obtenus, après cinquante années d'efforts, appuyés sur les meilleurs exemples ; nous avons vu combien était variée l'application du système dans la part accordée aux ouvriers, dans l'emploi de cette part ; nous avons décrit les divers systèmes ; nous avons dit l'appui que ce mode de rémunération avait reçu d'hommes éminents, les vœux formulés par de puissants orateurs, par la presse. Enfin, et la vulgarisation et par conséquent l'application du nouveau principe, malgré des publications incessantes, dont le but principal, a été et reste, nous devons constater, avec une autorité très sympathique à la participation, celle de M. J. Simon, que le système n'a pas encore été appliqué en grand et, pour bien fixer les idées sur les résultats obtenus, nous chercherons à établir numériquement, pour quelques industries, le nombre d'établissements qui restent en dehors du système, comparativement à ceux qui le pratiquent ; ces chiffres ne sont pas absolus, mais ils éclairent le fait que nous cherchons à préciser.

Nous avons indiqué, d'après le *Bulletin de la participation* de l'exercice 1890, que le chiffre des maisons qui l'ont appliquée, s'élevait à 222, dont 80 en France ; c'est là le modeste résultat de cinquante années d'efforts. Nous ne savons pas le nombre d'ouvriers employés dans ces maisons, nous ne le chercherons pas, ce serait beaucoup de l'évaluer à 25 000 ; mais, chacun dira avec nous, combien il est insignifiant en présence du chiffre de 9 101 969 ouvriers qui nous est donné comme chiffre officiel, dans l'exposé des motifs récent, du projet de loi sur les retraites ouvrières, que le Gouvernement va soumettre aux pouvoirs publics.

Nous avons recherché le nombre de maisons qui exploitent à Paris la peinture, l'imprimerie, la mécanique et la serrurerie. Nous avons multiplié ces nombres par dix et nous supposons que les chiffres obtenus, représentent un total rapproché de la vérité pour la France entière. Nous avons ainsi : pour la peinture 5 000 exploitations, pour l'imprimerie, 12 000, pour les mécaniciens et serruriers, 25 000. Le tableau des 80 maisons qui appliquent la participation, nous apprend que, malgré le très remarquable exemple de Leclaire, 3 sur 5 000 pratiquent ce système pour la peinture, 12 sur 12 000 pour l'imprimerie ; 8 sur 25 000 pour la mécanique et la serrurerie.

Il en est ainsi pour toutes les industries, et encore, admettons-nous, ce qui n'est pas, que les 80 maisons citées appliquent toutes la participation ; mais cette concession ne donnera que plus de force à nos observations et d'autant plus que nous maintenons dans le chiffre de 80, les assurances, les banques, les agents de change et les grands magasins, bien que dans ces maisons il ne puisse être question d'ouvriers, qui cependant ici, sont notre unique objectif.

Dans une étude que nous avons présentée en 1890, au Congrès des sociétés savantes [1], nous avons indiqué les objections qui nous ont paru les plus graves au système, nous allons les rappeler, les résumer ou les étendre, suivant leur caractère.

Le tableau général présenté par la Société de participation, nous a montré, que quatre maisons sur quatre-vingts, accordaient aux ouvriers le droit de vérifier leur bilan. C'est là un acte de justice. En effet, dès qu'un chef d'industrie déclare à ses ouvriers qu'il leur accorde une part sur les bénéfices, que cette part sera de tant pour cent, que les ouvriers l'acceptent et par ce fait, précisent une convention, un contrat ; ce contrat implique la vérification du bilan et, comme on l'a indiqué dans les résolutions votées par le Congrès de la participation en 1889 [2], la participation ne peut être organisée que là où il y a une comptabilité complète régulièrement tenue. Un arbitre-expert nommé chaque année en assemblée générale par les participants sera chargé du contrôle. M. Goffinon, qui prêche d'exemple du reste, a soutenu ces dispositions ; j'assistais à la séance, l'unanimité les a accueillie. Ce fait est important à rappeler.

Jusqu'ici le contrôle n'a donné lieu à aucun trouble ; il peut en être ainsi un certain temps, si la prospérité se maintient. On doit espérer également que les ouvriers donneront ce témoignage de confiance et de respect aux chefs d'industrie qui leur ont accordé ce privilège ; mais on peut douter qu'il en soit toujours ainsi, bien que ce contrôle soit jusqu'ici une exception. On conçoit parfaitement que les industriels les plus dévoués au système puissent hésiter à l'accorder ; s'ils s'y opposaient, l'ouvrier perdrait toute confiance, car, s'il y a contrat, son droit serait méconnu. Je sais que l'expert nommé se borne à déclarer que tout est en bon ordre ; mais ce que l'on appelle le bon ordre pour les uns, peut être le contraire pour d'autres. Un bilan est une chose grave pour un industriel ; plus que jamais il doit faire des réserves pour améliorer son outillage, puisque les progrès dans l'industrie sont constants, et aussi, que notre outillage est souvent inférieur à celui des autres nations, principalement à l'outillage américain ; plus que jamais, il doit amortir son matériel, puisqu'il est exposé à le renouveler très souvent ; plus que jamais il doit conserver intact son fonds de roulement, qui seul lui garantit le bon fonctionnement de sa maison. Par conséquent, il doit être aussi, plus que jamais, très sévère dans la fixation du chiffre de son bénéfice. Un chef de maison n'aime pas à faire savoir au public, encore moins à ses confrères, le résultat de ses affaires ; or, qu'il fasse ou non connaître son bilan, la part d'intérêt qu'il servira à ses ouvriers, comme participation, si elle est de 10 ou 20 % peu importe, dira toujours à tous ce qu'il aura gagné. Sa répulsion sera bien plus vive, s'il perd, car alors son bilan compromet son crédit et peut conduire à la ruine une situation momentanément embarrassée.

On voit qu'il y a de ce côté de grosses difficultés. Elles n'existent peut-être pas au même degré pour les sociétés anonymes. Dans ces sociétés, l'actif social est seul responsable vis-à-vis des tiers, et les administrateurs ne peuvent avoir que la responsabilité des fautes lourdes ; dans tous les cas, ces sociétés doivent publier leurs bilans. Mais, on peut remarquer que ce sont ces sociétés qui paraissent les plus rebelles au système de la participation ; on en compte cependant 15, en dehors des assurances et banques, sur les 80 signalées. Il convient encore d'observer, à l'égard de ces sociétés, que, si elles n'ont pas le scrupule de la publicité, puisqu'elles en ont l'obligation, elles sont peut-être plus astreintes aux réserves et aux amortissements absolus, à l'obligation de conserver intacts leurs fonds de roulement, que ne

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 87.

(1) *Des divers modes de rémunération du travail*, Guillaumin et Cie, éditeurs.

(2) Congrès international de la participation aux bénéfices. Compte-rendu *in extenso* des séances. Librairie Chaix, Paris.

Digitized by Google

peuvent l'être des particuliers qui, en fait, sont dans une situation plus indépendante.

En dehors de cette publicité, on doit se poser cette question : l'industriel gagne-t-il toujours de l'argent ? M. Chevalier, qui a consacré tout un volume à l'étude du salariat, nous dit, en s'appuyant sur l'enquête parlementaire, touchant les questions ouvrières, que sur cent industriels (1), dix gagnent de l'argent, cinquante végètent, quarante font faillite. M. Chevalier est un auteur très sérieux qui inspire toute confiance ; mais, si le lecteur refusait d'admettre les chiffres qu'il donne, il ne saurait méconnaître que les conditions de succès, de ruine et de médiocrité, existent, plus ou moins, dans l'industrie, et que la plus commune est celle des chefs de maisons dont le travail suffit simplement à la vie, qui peuvent dire tristement à la fin de leur carrière : j'ai travaillé et j'ai vécu. Ceux-là ont, au point de vue matériel, le sort qui est souvent le partage des ouvriers qu'ils occupent et, en outre, les angoisses d'un chef de maison sans prospérité, qui est toujours au bord de l'abîme. Ceux qui perdent de l'argent et font faillite sont plus malheureux encore. Dans tous les cas, les uns et les autres sont dans l'impossibilité de partager avec leurs coopérateurs des bénéfices qu'ils n'ont pas, qu'ils soient dans l'ensemble 90 °/₀ ou moins, leur nombre est toujours considérable et on peut bien conclure de cette observation, que le système de la participation aux bénéfices ne saurait, dans ces conditions fréquentes, trouver son application. On ne le voit du reste en pratique et très exceptionnellement, que dans les maisons très favorisées par de longs succès.

L'industrie qui subit, plus que toute autre, les attaques violentes de son personnel ouvrier, est sans conteste l'industrie houillère. Il y a quelques jours à peine M. Basly excitait les ouvriers mineurs du Pas-de-Calais à la grève générale en leur exposant les majorations considérables du prix d'origine des actions des houillères de Lens, de Vicoigne et Nœux. Les chiffres présentés par M. Basly sont exacts : de 1844 à 1891 les actions de la compagnie de Vicoigne et de Nœux ont progressé de 1 600 à 21 000 francs ; celles de Lens, compagnie fondée plus récemment, de 1 300 à 26 000 francs. Seulement, M. Basly a tort quand il ajoute : et ainsi des autres. M. Basly s'appuie sur les chiffres de M. Vuillemin, administrateur d'Aniche. C'est aussi sur les chiffres de cet Ingénieur, aussi consciencieux que distingué, que je vais m'appuyer, non en choisissant des exceptions, où la persévérance dans les efforts, unie à la puissance du gîte et à sa situation économique, ont obtenu des résultats remarquables, mais en prenant les résultats financiers dans leur ensemble.

Il ne faut pas citer comme résultat général et exceptionnel, un fait ou quelques faits particuliers ; il convient de mettre en regard de ces faits, ceux qui ont donné lieu non seulement à de gros mécomptes, mais à de grosses pertes (2). Nous choisissons un document qui date de 1879 ; il n'est donc pas fait pour la présente discussion. Il résulte de ce document, que les bassins du Nord et du Pas-de-Calais comprennent trente-quatre concessions, que le capital immobilisé dans ces concessions s'est élevé à 346 268 296 francs et que les intérêts et dividendes distribués en 1878-79 ont été de 13 940 530 fr. Douze de ces concessions sur trente-quatre produisent des bénéfices, les autres, au nombre de vingt-deux, ne donnent que des pertes ; les vingt-deux concessions ont coûté à leurs actionnaires 90 millions. Dans tous les cas, 13 940 530 francs représentent 4 °/₀ sur l'ensemble du capital immobilisé dans les trente-quatre concessions, voilà ce qu'il faut dire.

M. Dujardin-Beaumetz, dans ses belles études graphiques sur les exploitations houillères (3) en France, en Belgique et en Angleterre, études qui toutes sont appuyées sur des statistiques officielles, établit, pour la Belgique et la France, le nombre des exploitations en perte, comparativement à celles en gain ; voici ses chiffres :

En France, pour la période de 1879 à 1885, le nombre des mines en gain a varié de 190 à 209, celui des mines en perte de 110 à 145. Nous avons vu, d'après M. Vuillemin, l'état spécial des mines en perte et en gain dans le Nord et le Pas-de-Calais. M. Dujardin-Beaumetz est à cet égard en parfait accord avec M. Vuillemin.

En Belgique, voici les chiffres de M. Dujardin-Beaumetz pour l'exercice 1881 : dans le Hainaut, les pertes des uns sont égales au bénéfice des autres ; dans le bassin de Liège, les pertes représentent une fois et demie les bénéfices ; dans la province de Namur, les pertes sont triples des bénéfices.

Pour l'Angleterre, M. Dujardin-Beaumetz nous donne de nombreux documents, mais nous n'avons pas ceux relatifs aux houillères en perte et en gain.

On conçoit que cette industrie, la plus simple quant au produit, la plus complexe par les difficultés qu'elle présente, difficultés seulement connues des ingénieurs qui sont aux prises avec elles, ait été jugée la plus facile à attaquer ; ses troupes sont faciles à réunir, la guerre faite par cette armée peut être fatale, et si on la mène habilement, on peut espérer le succès de cette dangereuse manœuvre. Mais au moins nous devons chercher à éclairer les hommes de bonne foi que cette question préoccupe et nous croyons qu'ils sont nombreux. C'est encore M. Vuillemin que nous allons citer.

En 1883, cet éminent Ingénieur a publié une note traitant de la propriété des mines ; il indique sa base : liée, en Angleterre, à la propriété du sol ; dans tous les autres pays, formant une propriété spéciale. Il établit, pour la France entière, quel est le nombre des concessions, le chiffre de celles qui n'ont occasionné que des pertes, celui de celles qui ont rémunéré les capitaux engagés ; il donne ces documents, puisés dans notre belle et complète statistique de l'industrie minérale, publiée par le Ministère des Travaux publics, non seulement pour la houille, mais pour tous les minerais, le sel gemme et les substances diverses.

Le nombre des concessions accordées est de 1 332, leur surface de 11 180 kilomètres carrés.

Les concessions exploitées sont de 526, celles non exploitées de 806. Ces dernières ont englouti des capitaux importants, et l'Etat, en accordant ces concessions, n'a donné aux fondateurs d'autre privilège que celui de perdre leur argent.

Quant aux mines en activité, je parle des 526 exploitées : 296 sont en gain en 1880, 230 sont en perte ; les mines en gain ont à leur profit 47 650 679 francs, les mines en perte sont frappées d'un déficit de 7 795 523 francs.

En résumé : 1 332 concessions de mines diverses donnent 296 mines en gain, soit 22 °/₀, 230 mines en perte, 17 °/₀, et 60 °/₀ de concessions abandonnées après de grosses dépenses infructueuses. L'action indivuelle fait donc des efforts notables pour mettre en valeur la richesse minérale du pays et souvent à son grand préjudice.

Nous avons vu plus haut que les houillères des bassins du Nord et du Pas-de-Calais avaient donné, en 1879, année prospère, un bénéfice moyen de 4 °/₀ et que ces houillères, en moyenne également, avaient immobilisé un capital de 346 millions, correspondant à 40 francs par tonne de houille extraite annuellement. Si l'on admet le même chiffre d'immobilisation pour les autres houillères de France ou pour l'ensemble des houillères qui produisent aujourd'hui un minimum de 22 millions de tonnes, on a un capital de 880 millions à rémunérer. En 1879, le bénéfice réel des houillères a été de 38 millions. L'intérêt est donc en moyenne de 4,3.

Quelle est la part que cette industrie peut attribuer à la participation ? Il est clair que tout le travail qui n'a produit aucun bénéfice n'en donnerait jamais et que, pour les concessions en gain, la part serait, évidemment et à la fois, fort mince et très variable.

Entreprendrons-nous de la fixer ? Il nous paraît sans utilité de le faire. Nous n'avons eu qu'un but, en entrant dans tous ces détails au sujet de l'industrie des mines, c'est de donner le témoignage que le gain des mines est faible, que les grèves générales, qu'on tente et qu'on arrive à réaliser, ne sont pas souvent motivées, qu'il ne faut pas chercher des résultats exceptionnels, qui existent partout, pour en faire des règles générales. Mais il sera très utile et indispensable de voir de très près ce que les Compagnies houillères ont su faire spontanément pour leur personnel ouvrier. Nous traiterons cette question au cours de cette étude.

Nous ne pouvons pas entrer, pour toutes les industries, dans un examen aussi détaillé que celui que nous venons de faire spécialement pour les houillères ; mais nous pouvons dire, avec la certitude de ne pas être démenti, que jamais la concurrence n'a été aussi vive qu'elle est dans les temps présents et qu'aujourd'hui tous les produits que je qualifierai de *classiques* se traitent, sur le marché, à des prix qui ne laissent quelques bénéfices qu'aux privilégiés, soit par une situation économique particulièrement favorable, soit par des mérites de direction absolument supérieurs. Dans cette situation et pour ces produits, les bénéfices sont maigres et souvent sensiblement inférieurs au taux normal de l'intérêt de l'argent, d'autant plus qu'à aucune époque on ne s'est trouvé aussi obligé de suivre les améliorations incessantes de tout ce qui se rattache aux progrès, soit pour les moteurs, soit pour la technologie de chaque industrie. Le bénéfice — ce mot revient trop souvent sous notre plume, mais il faut bien en parler, puisque c'est lui qui est toujours en question — paraît réservé aux industries qui ont la bonne fortune de sortir des produits classiques, ceci d'une manière générale, et dès lors les procédés, les moyens, avec lesquels on les conduit au succès, sont naturellement l'objet de soins jaloux, qu'on défend avec habileté, dans tous les cas, qu'on n'est pas disposé à mettre sous les yeux du public et qu'on conserve pour soi.

Il faut bien reconnaître encore que nous vivons à une époque où la spéculation joue dans les affaires un rôle important ; les capitaux qui sont affectés à ces opérations n'améliorent pas le sort des producteurs, ils rendent leur action dépendante de leur puissance, qui vise quelquefois à l'accaparement et vient alors compromettre les résultats mérités des efforts de nos fabricants. Il arrive parfois, et on l'a vu dans ces derniers temps, que les fabricants eux-mêmes s'unissent à ceux qui jouent ainsi avec les éléments de la fortune publique et se perdent avec eux... Dans ces conditions, le bénéfice devient un jeu et tous ceux qui s'y livrent ne songent guère aux travailleurs ; il est rare, du reste, qu'ils en aient directement sous leurs ordres, mais, indirectement, ils les font inconsciemment souffrir. Je dois ajouter que je n'entends pas attaquer ici la spéculation quotidienne, qui conduit un industriel ou un négociant, à s'approvisionner des matières premières utiles à son industrie ou des produits manufacturés utiles à son commerce, aux conditions qui lui paraissent les plus favorables. Je ne touche que bien légèrement même à celles qui paraissent un simple jeu, mettant en mouvement des intérêts qui peuvent être utiles, mais j'attaque, sans aucun ménagement, les spéculations qui ont pour but l'accaparement de toute matière utile à la vie ou à l'industrie. Nous devons mépriser ces agissements criminels. Nous retiendrons seulement, de ce qui précède, que les effets de la concurrence loyale, si vive qu'elle puisse être, ne sont pas de nature à don-

(1) *Les Salaires au XIX^e siècle*, 1887, introduction, page 10, Arthur Rousseau, 14, rue Soufflot.

(2) Note de M. Vuillemin sur l'importance des capitaux immobilisés dans les houillères des bassins du Nord et du Pas-de-Calais et sur le rendement de ces capitaux. Décembre 1879. Paul Dutilleux, à Douai.

(3) E. Bernard et C^ie, éditeur, 71, rue de la Condamine, Paris.

Digitized by Google

ner de gros bénéfices, que cette concurrence est générale et qu'alors la participation ne saurait présenter un grand intérêt.

On nous assure que la participation aux bénéfices résoudrait les difficultés présentes. J'avoue que je crois tout le contraire. Mais, me dira-t-on, la paix la plus complète existe entre les patrons et les ouvriers qui jouissent de ce bienfait; ouvrez les yeux et vous serez convaincu. Je ne veux pas douter de ce résultat, qui n'est pas admis par tous (1), mais il ne me prouve rien. M. Bord, fabricant de pianos à Paris, a donné successivement 20, 50 et 100 °/₀ de ses bénéfices à ses ouvriers et a fini par fermer sa maison. Je n'en tire pas conclusion. J'aime mieux dire, ce qui est vrai, on peut trouver facilement une exception sur mille. Les hommes qui appliquent sincèrement la participation ne sont pas seulement des disciples de l'Ecole participationniste, ce sont tous des patrons animés des sentiments les plus dévoués pour la classe ouvrière, et pour eux, la participation répond à ce sentiment; ils sont ainsi en communion d'idées avec leurs ouvriers et tout va bien. Une exception de un ou deux sur mille n'est pas une règle, et d'ailleurs très généralement, en France du moins, la participation n'est pas venue comme un remède à un mal, mais comme le complément de rapports déjà excellents. Ce ne serait pas ces conditions de parfaite harmonie qu'on trouverait si le système devenait une règle générale, on n'aurait plus affaire à ces hommes d'élite comme patrons et ouvriers, car les hommes d'élite patrons ont toujours des hommes d'élite ouvriers; mais on aurait affaire à la masse des patrons et à la masse des ouvriers. Or, nous voyons, dans le tableau dont j'ai déjà parlé, que la participation est souvent au-dessous de 5 °/₀, qu'elle est de 20, 30, 50 et 75. Pourquoi les ouvriers ne discuteraient-ils pas ces chiffres? Pourquoi n'ambitionneraient-ils pas d'avoir au moins 50 °/₀ partout? Je ne vois pas là de raisons. D'un autre côté, nous avons vu l'emploi varié de cette participation, souvent appliquée à des œuvres mutuelles, à des pensions, à des retraites, et ce sont là, d'après nous, les meilleures applications qu'on en puisse faire. Pourquoi donc les ouvriers n'exigeraient-ils pas que le tout leur soit remis en argent? Cette part est à eux, ils prétendront qu'ils peuvent en faire ce qu'ils jugent le plus convenable à leurs intérêts et même le plus agréable à leurs goûts; qu'ils sont majeurs et libres, que personne n'a le droit d'appliquer, à telle œuvre que ce soit, si parfaite qu'on puisse la juger, un argent qui leur appartient. On résistera peut-être quelque peu, mais on faiblira, on discutera et on finira certainement par céder.

Dans tous les cas, il y aurait dans ces prétentions autant de raison qu'il peut y en avoir dans les revendications actuelles, qui, toutes, ont un double objectif : travailler moins, gagner plus et disposer à sa guise du plus qu'on peut obtenir, que ce plus soit du salaire direct ou indirect. Dans ces luttes si graves, si compromettantes pour les intérêts généraux, jamais on ne songe au pays. On ne pense qu'à soi, on compromet tous les intérêts, et personne n'y songe.

On voit donc clairement, je crois, que la discussion du tantième du bénéfice et de l'emploi de ce bénéfice peut causer de grands dangers, au moins égaux à ceux qui existent aujourd'hui.

Nous voulons supposer que la participation deviendra un jour un élément du salaire, nous oublierons un moment qu'elle est impossible du fait de toutes les raisons que déjà nous avons données. Dans cette hypothèse, quelle en serait l'importance? Elle sera certainement très faible. Le salaire actuel, dont nous démontrerons les mérites, sera toujours, quoi qu'on fasse, l'élément capital du gain de l'ouvrier, par cette seule raison que le gain quotidien est indispensable à la vie de chaque jour du travailleur et de sa famille; la participation pourra devenir l'élément de la retraite, ce sera le point de discussion le plus vif; ce sera le produit le plus variable, le plus injustement variable; il ne répondra jamais à la peine, il répondra à la chance. Ce n'est pas l'ouvrier qui aura le plus et le mieux travaillé qui la recevra, ce sera celui qui, par le hasard, fera partie du personnel d'une mine riche, d'une industrie prospère, très bien placée au point de vue économique, très bien dirigée au point de vue commercial; tous éléments de succès auxquels l'ouvrier est profondément étranger. Celui qui sera dans une mine ou dans une exploitation industrielle qui perdra de l'argent, soit parce que l'organisation de l'exploitation aura été mal conçue, soit parce qu'elle sera dans des mains incapables, celui-là aura beau travailler comme un nègre, il n'aura rien, puisque l'affaire ne produira rien. Et c'est dans ces conditions qu'on espère trouver la paix sociale? Mais ces conditions sont souverainement injustes, c'est la guerre sociale que l'on prépare et on donne à l'armée des travailleurs des armes terribles pour la déclarer.

J'ai encore à discuter un point important, très important. La participation a la prétention de préparer le personnel ouvrier à devenir le successeur du patron, soit sous la forme de commandite simple, soit comme association coopérative de production. Ainsi voilà qui est dit : la participation conduit à la société coopérative de production (2).

Quelques patrons, généralement mus par les sentiments les plus nobles, ont cherché et réussi à former des sociétés qui paraissent ou, pour éviter toute discussion, qui ont le caractère de sociétés coopératives de production (je concède cette prétention pour pouvoir la discuter, mais je la conteste absolument). Ils ont appuyé leur organisation nouvelle sur des établissements en parfaite prospérité; ils en ont conservé la direction absolue pendant tout le temps qu'ils ont jugé utile; puis ils en ont dirigé la transformation en l'appuyant sur une autorité que personne n'avait à discuter, autorité non seulement sur le personnel, mais sur l'administration entière, sur tout ce qui constitue les éléments de succès d'une affaire. Je veux admettre que le succès a été complet, qu'il reste complet, et, si l'on veut, qu'il restera complet, autant qu'on respectera l'organisation établie par les hommes de mérite divers qui ont fondé ces institutions. Ce résultat permet-il d'espérer que le succès suivra les sociétés coopératives de production et d'admettre ce principe que la participation conduit à la société coopérative de production? Où et comment sera-t-il possible de réaliser les conditions de succès qui se trouvent ici si heureusement réunies? Et tout d'abord, si la participation conduit à la société de production, il faut absolument que la participation existe, qu'elle soit un contrat ferme, absolu, qui aura la témérité d'engager l'ouvrier à confier sa part de participation, c'est-à-dire ses seules économies dans l'industrie. Faire de l'ouvrier un actionnaire, quand l'industrie ne présente que des gains limités, variables, incertains et souvent des pertes. On ne peut changer la nature des choses, il y a des maisons prospères et des maisons malheureuses, beaucoup plus de malheureuses que de prospères. Exposerez-vous cet argent à des pertes probables, quand il pourrait assurer le pain des vieux jours? Qui l'oserait? Parce que le succès aura favorisé quelques-uns, en conclurez-vous qu'il conduira toute la classe ouvrière à la fortune? La participation met sous nos yeux, en France, quatre ou cinq succès de ce genre que nous acceptons sans les discuter, est-ce là un point d'appui solide? Ne se souvient-on pas des sommes importantes que l'Etat a mises à la disposition des ouvriers en 1848 en vue de l'organisation des sociétés de production? Toutes ces sociétés ont sombré, à l'exception d'une seule, la Société des lunetiers, admirablement organisée, qui montre à tous ce qu'il faut de savoir pour arriver au succès; mais tous n'en sauraient profiter, et l'exception, la très minime exception, a su en tirer quelque profit.

Il est juste de dire que ce qu'il faut savoir faire pour réussir est considérable. Il est, en vérité, singulièrement étrange, de voir combien on juge le succès facile, quand on n'est pas aux prises avec les difficultés; on croit aisément, dans certains milieux, que l'industrie est toujours la fortune. La réalité est qu'elle n'est la fortune que pour les gens, habiles et courageux, qui savent la conduire; les bénéfices continus dans l'industrie n'existent pas, du moins les exemples en sont très rares, et ce ne sera jamais d'un cœur léger, que nous verrons des ouvriers économes confier leurs épargnes si péniblement conquises à une industrie, si simple qu'elle soit, et, *a fortiori*, à une industrie compliquée. Jamais nous n'oserions prendre la responsabilité d'un semblable conseil, encore moins d'une semblable action. Les questions économiques, techniques, commerciales, en dehors de beaucoup d'autres, ont trop d'empire sur le succès d'une affaire, pour que nous puissions engager des ouvriers à y placer leur argent. Cet argent a pour nous un caractère sacré, il doit être conservé et par conséquent placé en valeur de tout repos. C'est là, au moins, notre sentiment profond. Sans doute, il est parmi les ouvriers des hommes de génie, des hommes de race, qui savent se faire une place dans le monde; personne ne saurait les arrêter, et quant à nous, toujours, nous serons les premiers à les applaudir; pour ces hommes, il n'y a pas de règle, ils vont au succès quand même. Mais ici, nous parlons pour la masse des ouvriers, et cette masse mérite les conseils de la sagesse, de la prudence, elle est trop faible pour exposer le fruit de ses labeurs aux hasards de l'industrie.

Nous ne méconnaîtrons pas cependant les efforts qui ont été faits pour conduire au succès des sociétés coopératives de production. Nous trouvons la mesure de ces efforts dans le compte rendu d'un banquet présidé par M. Floquet, qui a été publié dans l'*Économiste français* le 24 mai 1890.

D'après cette revue, on peut compter en France cinquante sociétés ou tentatives diverses inspirées par la coopération. Ces sociétés sont parvenues à organiser une Chambre consultative des associations de production; cette Chambre comprend vingt sociétés. En dehors d'elle on en compte une dizaine indépendantes et vingt associations diverses.

En général, ces sociétés sont peu nombreuses; plusieurs comptent moins de dix membres, d'autres en ont une vingtaine. La plus importante, comme nombre d'ouvriers, est sans contredit celle des charpentiers de la Villette (1) qui comprend 190 membres; son capital s'élève à 100 000 francs. Cette société est très solidement organisée, on y respecte l'autorité du chef. Elle a traversé de rudes épreuves, mais elle a su résister, elle y a conquis sa force et ses succès.

La société la plus puissante est celle des lunetiers, fondée en 1848 avec l'appui de l'Etat et qui seule, des nombreuses sociétés fondées à cette époque, a eu l'honneur de survivre, par les motifs que déjà nous avons indiqués. Cette société compte 110 membres, son capital est de 1 700 000 francs.

Diverses autres sociétés de production ont le nombre de membres et les chiffres de capital que nous allons indiquer :

Ferblantiers.	102	membres,	125.000	francs de capital.
Tailleurs	158	—	115.000	—
Imprimerie nouvelle. . .	1000	—	200.000	—
Facteurs d'instruments. .	35	—	153.000	—
Ouvriers en limes. . . .	23	—	155.000	—

Tels sont en résumé les résultats obtenus et ces chiffres donnent les plus brillants; c'est fort médiocre; ce sont des exemples, ce ne sont point des institutions. Ces sociétés pourront se développer, le développement ne se fera pas en un jour. A cet égard, il ne faut rien forcer, montrer les chiffres, encourager, mais laisser agir. Dans tous les cas, ces faits exceptionnels ne sauraient servir de base à la

(1) Voyez *La participation et le malentendu social*, E. Brelay. Guillaumin et Cie.

(2) *Congrès international de la participation aux bénéfices*. Résolutions, pages 267 et suivantes. Librairie Chaix.

(1) *Réforme sociale* des 1er et 16 janvier 1891; les Charpentiers passants du Devoir par M. P. du Maroussem.

Digitized by Google

solution des difficultés présentes ; si cette solution existe, c'est ailleurs qu'il faut la chercher.

Cependant, avant de nous occuper de cette partie importante de notre travail, nous allons voir les avis des écrivains et des manufacturiers qui, en France et à l'étranger, ont étudié la participation aux bénéfices. C'est là un point fort intéressant de cette étude.

(A suivre.) A. GIBON.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

RÉVISION DU TARIF DES DOUANES (1)

Le Sénat vient d'entreprendre, dans sa séance du 19 novembre, la discussion du tarif des douanes voté par la Chambre des Députés au mois de juillet dernier. Nous suivrons cette discussion en nous attachant surtout à donner la physionomie des débats.

Nous allons d'abord analyser le rapport présenté au nom de la Commission (2) par M. Dauphin, rapporteur général.

Dans le prochain article nous résumerons la discussion générale.

Rapport général. — *M. Dauphin*, rapporteur.

M. Dauphin fait d'abord l'historique des traités de 1860. Si les tarifs avaient été sagement combinés, ces traités n'auraient eu, d'après lui, d'autres inconvénients que la trop longue durée du temps pour lequel ils furent contractés et le pernicieux effet de la clause de la nation la plus favorisée. Ils auraient même eu le mérite de stimuler l'activité de l'agriculture et de l'industrie, peut-être trop confiantes alors dans le monopole du marché intérieur, et de les obliger à modifier leur outillage et leurs procédés. Mais ils furent hâtivement conclus, par une sorte de coup d'Etat, malgré le Corps législatif, sans consultation sérieuse du pays, ni examen suffisant des intérêts engagés. L'agriculture y fut sacrifiée à l'industrie, l'industrie aux exigences étrangères, et la richesse du pays risqua d'y être compromise, dans l'espérance d'ouvrir au dehors de vastes débouchés à la fabrication française, notamment aux tissus et aux vins.

En 1881, le système des traités de commerce à long terme fut maintenu et à cette époque, il était difficile d'agir autrement. Sans doute, l'Allemagne venait d'adopter en 1879 une législation douanière qui témoignait d'une nouvelle orientation de sa politique économique ; mais son exemple n'était pas suivi par les autres Etats de l'Europe. La France ne pouvait pas s'isoler. Quant aux nations extra-européennes, on n'était pas encore habitué à l'idée que, par le double effet de leurs barrières de douanes et de leur immense exportation, elles deviendraient nos plus redoutables concurrentes.

M. le rapporteur examine ensuite la politique douanière suivie dans ces dernières années dans les principaux Etats. Peu de temps après que les traités de commerce eurent été renouvelés, et comme s'il n'avait attendu que leur conclusion, le mouvement protectionniste se révéla et se développa de tous côtés.

Dès 1882, l'Autriche-Hongrie s'y engagea résolûment par la loi du 25 mai, aggravée plus tard par celle du 21 mai 1887.

L'Allemagne accentua son évolution par son nouveau tarif général de 1885, majoré encore en 1887.

L'Italie, quoique liée à la France par un traité, augmenta ses droits de douane en 1883 et prépara ainsi la dénonciation qu'elle fit en 1887 et ses tarifs presque prohibitifs de 1887 et 1888.

En 1888, la Suède taxa les céréales qu'elle admettait en franchise jusque-là.

La Belgique établit en 1887 des droits sur les animaux et sur les viandes fraîches.

Le Portugal remania sa nomenclature sur un grand nombre de marchandises pour lesquelles il n'était pas lié par des traités.

En Espagne, où nous avons exporté en 1889 pour 17 millions de chevaux, de mulets et d'ânes, 14 millions d'animaux de races bovine et porcine, le nouveau tarif du 24 décembre 1890 frappa ces animaux de surtaxes considérables, éleva notamment de 128 à 180 francs les droits sur les chevaux.

La Suisse elle-même, malgré l'intérêt qu'elle a à ménager avec nous la liberté des échanges pour les 21 millions de tissus de soie et les 13 millions et demi de fromages qu'elle importe chez nous, songe, dans ces derniers temps, à majorer jusqu'à des chiffres exorbitants son tarif général et à le faire passer de 12 francs à 25 fr. 50 et 100 francs sur les tissus de laine, de 25 à 120 francs sur les filés de laine, de 30 francs à 120 francs sur la rubannerie, de 30 francs à 125 francs sur la passementerie, de 30 francs à 150 francs sur les broderies et dentelles, de 60 francs à 120 francs, 30 à 160, 140 à 180, 150 à 300 sur les vêtements confectionnés.

Enfin, personne n'ignore que la Russie est le plus protectionniste des gouvernements européens.

De telle sorte qu'à l'heure présente, à l'exception de l'Angleterre, où le libre échange est, par la nature de son industrie et de son commerce, une arme contre les autres nations, nous sommes entourés d'Etats où le principe protectionniste est appliqué.

Si l'on passe les mers, on se heurte aux législations ultra-protectionnistes des Etats-Unis, du Canada, etc.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XVI, n° 14, p. 309 ; n° 15, p. 331 ; n° 20, p. 411 ; n° 21, p. 430; n° 22, p. 445 ; n° 26, p. 502 ; tome XVIII, n° 8, p. 120, n° 9, p. 139; tome XIX, n° 1, p. 13 ; n° 3, p. 47 ; n° 4, p. 63 ; n° 5, p. 77 ; n° 6, p. 93 ; n° 7, p. 112 ; n° 8, p. 129 ; n° 10, p. 159 ; n° 11, p. 178 ; n° 13. p. 213 ; n° 14, p. 228 ; n° 15, p. 242 ; n° 16, p. 269 ; n° 19, p. 312 ; n° 21, p. 340 ; n° 23, p, 378; tome XX, n° 3, p. 43.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 8, p. 120.

Après la guerre de sécession, les Etats-Unis, qui déjà avaient des taxes fort élevées, les revisèrent dans le sens de la majoration par des lois successives, en 1874, 1875 et 1879. Elles firent, en 1883, un nouveau tarif complet qui écartait plus encore les marchandises étrangères ; le bill Mac-Kinley et les formalités rigoureuses imposées à l'importation ont, dans ces derniers temps, établi à leurs frontières un régime prohibitif.

Le Canada, abandonnant son tarif modéré et peu développé de 1873, a, d'année en année, depuis 1879, par une série de dispositions législatives, augmenté le nombre et le chiffre de ses droits de douane.

La moyenne des taxes de l'Amérique du Sud est de 25 à 30 % de la valeur.

M. le rapporteur examine ensuite le mouvement des importations et des exportations d'après le tableau général du commerce de la France publié par l'administration des douanes. S'il serait imprudent d'établir des raisonnements mathématiques sur ces renseignements, il est néanmoins reconnu qu'ils donnent d'une façon générale des résultats approximativement exacts (1).

La balance du commerce de 1890, comparée à celle de l'année 1859, qui a précédé les traités de commerce, met la France en déficit.

En 1859, il y avait à l'exportation. .	Fr.	2.266.400.000	»
— — à l'importation. . . .		1.640.600.000	»
Différence au profit de l'exportation .	Fr.	625.800.000	»

Ce qui veut dire que la France touchait de l'étranger 625 millions 800 000 francs de plus qu'elle ne lui payait.

En 1890, la situation est renversée :

Il y a à l'importation.	Fr.	4.436.900.000	»
— à l'exportation		3.753.400.000	»
Différence au profit de l'importation .	Fr.	683.500.000	»

Ce qui veut dire que la France a payé à l'étranger 683 800 000 francs de plus qu'elle ne lui a vendu.

Il y a donc, entre les années 1859 et 1890, une différence de 1 309 300 000 francs dans la balance du commerce à son préjudice.

Si l'on veut faire la comparaison, non plus entre deux années déterminées, mais entre les deux périodes décennales, l'une précédant les traités de commerce de 1860 et l'autre comprenant les dix dernières années écoulées, de 1881 à et y compris 1890, on constate les résultats suivants :

Moyenne des dix années 1850-1859 :

Exportations	Fr.	1.590.900.000	»
Importations		1.369.400.000	»
Différence au profit de l'exportation .	Fr.	221.500.000	»

Moyenne des dix années 1881-1890 :

Importations	Fr.	4.370.100.000	»
Exportations		3.407.200.000	»
Différence au profit de l'importation .	Fr.	962.900.000	»

Ce qui fait, entre la moyenne des deux périodes, un écart de 1 184 400 000 francs.

De 1859 à 1890, les importations se sont accrues de 170 % en moyenne, alors que les exportations s'élevaient dans une proportion bien plus faible, de 62 % seulement. Pendant la même période, les pays étrangers voyaient leurs exportations se développer beaucoup plus rapidement : c'était 83 % pour l'Angleterre et 144 % pour les Etats-Unis.

« La conclusion qui se dégage de ces considérations, dit M. Dauphin, est que la France, créancière de l'étranger en 1859, débitrice en 1890, avec un écart de plus d'un milliard entre les deux époques, s'est appauvrie d'autant sous le régime de 1860 et de 1881. »

Bien que la balance du commerce ne représente pas complètement la situation économique d'un pays, on constate, en l'envisageant seulement au point de vue du trafic des marchandises, que la France a perdu depuis trente ans des sommes considérables en achetant plus qu'elle n'a vendu.

Si on examine, non plus la balance du commerce, mais le mouvement des importations prises en elles-mêmes, les chiffres prouvent qu'elles ont toujours diminué avec la politique protectionniste. Les exportations, au contraire, n'ont augmenté que dans une faible mesure depuis trente années. Le but que la législation de 1860 prétendait se proposer n'a donc pas été atteint.

« Il faut reconnaître, ajoute M. Dauphin, que d'autres causes ont contribué à ce dernier fait. Les monopoles industriels nationaux tendent à disparaître : en Europe, aux Etats-Unis, aux Indes, dans l'Extrême-Orient, tous les Etats s'efforcent, en agriculture et en industrie, à suffire à leur consommation, à créer chez eux des marchés et à conquérir ceux de l'étranger. Les relations entre les peuples sont modifiées par la rapidité et le bon marché des communications. Des contrées vierges mettent en valeur des terrains immenses. Les pays, autrefois non tributaires, qui se sont récemment adonnés à l'industrie, sont outillés suivant les derniers perfectionnements de la mécanique. Mais si l'on réunit en un faisceau toutes ces transformations économiques, il est facile de s'apercevoir que toutes viennent aboutir, comme à un même point, à la nécessité de protéger le travail national. Plus les peuples étrangers ferment leurs portes et veulent forcer celles des autres pays, plus il faut assurer notre défense, chez nous, par des droits protecteurs pour l'agriculture et les fabrications. »

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 26, p. 502.

Digitized by Google

M. le rapporteur passe ensuite à l'examen de la question des traités de commerce et constate que l'accord paraît être fait sur la nécessité de ne pas renouveler les traités à long terme. L'expérience a prouvé le danger de ces conventions. Pendant vingt années, de 1860 à 1 81, malgré l'envahissement des blés et des bestiaux étrangers, l'agriculture a été ruinée dans ses produits, ses revenus et son capital, sans qu'il fût permis de revenir sur l'exemption accordée par les traités. Dans ces derniers dix ans, alors que nous avions reconquis notre liberté pour les céréales et le bétail, il a fallu supporter la libre importation des viandes abattues, parce que les droits en avaient été réduits à 3 francs les 100 kilogr. par le traité passé avec l'Espagne le 6 février 1881 et devenu la règle de douane vis-à-vis des autres puissances par l'effet de la clause de la nation la plus favorisée. La plupart des bois entrant en franchise au tarif conventionnel, la Suède, la Norvège et l'Autriche-Hongrie nous ont mis en déficit de plus de 110 millions par an, ont avili les cours et ôté aux sylviculteurs tout intérêt au reboisement. Enfin, pour borner cette énumération aux produits principaux, les viticulteurs, qui avaient cru faciliter leurs exportations en consentant par échange l'introduction des vins exotiques au droit de 2 francs par hectolitre jusqu'à 15 degrés alcooliques, se sont trouvés enchaînés lorsque, le phylloxera ayant détruit leurs vignobles. ils ne purent fermer leurs portes aux importations de l'Espagne et de l'Italie.

D'autres motifs militent encore contre le système des traités de commerce à long terme. Dans les arrangements qui se concluent, non sur les chiffres d'un tarif général reconnus d'avance inapplicables, mais sur un tarif conventionnel à créer de toutes pièces, certaines industries deviennent nécessairement la rançon des autres, et quand cette rançon a été ou devient ruineuse, il n'est pas permis de la racheter.

La clause de la nation la plus favorisée y est de style; elle est même en quelque sorte de leur essence. Il en résulte que peu à peu le tarif conventionnel s'affaiblit et s'émousse par les concessions que des considérations particulières obligent de faire à chacun des Etats avec lesquels on négocie. Cette clause ôte aux traités la fixité que l'on avait considérée comme leur principal mérite. Les tarifs annexés la veille à l'un d'eux peuvent disparaître le lendemain devant ceux qui seront accordés dans un autre. Ils ne donnent, par conséquent, aucune assurance à l'industrie ni au commerce pour les créations d'établissements et les affaires de longue haleine.

La périodicité de l'échéance des traités amène, à des époques déterminées d'avance, une révision générale des droits de douane et expose ainsi le pays à des débats troublants pour les transactions et à des changements brusques dans l'orientation de la politique économique.

Il est peu probable, d'ailleurs, que la France, le voulût-elle, pût aujourd'hui conclure des traités à long terme. Les puissances étrangères n'y montrent aucune disposition. Elles peuvent avoir intérêt à quelques conventions particulières sur certaines marchandises, mais, avec aucune d'elles, une tentative de traité général réglant tous les rapports douaniers n'aurait grande chance de succès. Elle risquerait plutôt de provoquer des conflits et des rancunes.

L'abandon du système des traités n'implique pas la pensée d'enserrer la France dans les chiffres immuables de son tarif général et de faire de ce tarif la règle absolue de ses relations internationales. Ce serait la condamner à l'isolement et compromettre son commerce d'exportation et sa navigation. Le but à atteindre est de faciliter les échanges sans nous lier, et d'obtenir un *modus vivendi* basé sur des concessions et des avantages réciproques sans aliéner notre liberté. Ce problème est résolu par la combinaison de deux tarifs : l'un dénommé « général », constituant la règle générale des importations, l'autre, dit « minimum », représentant la dernière limite des concessions que l'industrie indigène peut consentir aux nations qui, de leur côté, concéderaient à leurs frontières des avantages à la France.

« La coexistence des deux tarifs, ajoute M. le rapporteur, implique la prévision et le désir de conventions douanières. Elle les provoque, elle présente aux nations étrangères le tableau des concessions qui peuvent leur être accordées; elle les invite à nous en proposer de leur côté. D'autre part, le fait d'établir un tarif minimum indique par le nom même qui lui est donné et les deux mots qui composent ce nom, que les conventions seront seulement des applications d'un tarif modifiable et ne pourront abaisser les droits au-dessous des limites fixées.

» Il est impossible de prévoir dans quelle forme ces conventions seront passées. Sera-ce seulement par une disposition législative unilatérale et toujours susceptible d'abrogation, comme cela a été fait vis-à-vis de l'Angleterre ? Sera-ce en accordant le traitement de la nation la plus favorisée, comme on a procédé avec l'Autriche-Hongrie, la Russie et la Turquie ? Ou bien y aura-t-il de véritables contrats avec tarifs annexés, mais sans garantie aucune de durée ? Le tarif minimum devra-t-il être appliqué dans son entier ou pourra-t-on, en tout ou en partie, se mouvoir dans l'écart qui sépare les deux tarifs?

» Ces questions ne sauraient être résolues. Elles pourront être réglées différemment suivant les circonstances. Mais la Chambre des Députés et la Commission des douanes du Sénat sont d'accord pour reconnaître que *l'établissement du tarif minimum a pour but d'interdire toute convention à échéance déterminée.*

En pratique, quel sera le succès de ce système ? Les pays consentiront-ils à des arrangements aussi aléatoires ? L'intérêt étant, pour les peuples comme pour les hommes, la mesure des actions et les concessions offertes, même sans garantie de temps, étant sérieuses, elles amèneront d'autant plus facilement les Etats étrangers à faire des avantages corrélatifs, qu'ils seront maîtres à toute heure de reprendre, eux aussi, leur liberté.

M. le rapporteur examine ensuite, dans ses grandes lignes, les taxes proposées par la Commission. Ces chiffres sont, dans leur ensemble, d'accord avec ceux qui ont été votés par la Chambre. En ce qui concerne les graines oléagineuses et les fils de coton (1), qui avaient donné lieu à une longue discussion à la suite de laquelle la Commission de la Chambre avait vu ses propositions repoussées, la Commission du Sénat propose des dispositions nouvelles, sur lesquelles l'accord semble devoir s'établir.

« Il n'est point contesté, en effet, dit le rapporteur, que la culture des graines d'œillette, de navette et de colza, est très désertée. La cause n'en est pas dans la diminution des débouchés, ni dans la concurrence du gaz et du pétrole; car la consommation des huiles d'œillette et de colza ne baisse pas, et c'est par suite du défaut de protection que l'étranger comble le déficit de la production indigène. »

L'exemption de droits est illogique, et la Commission du Sénat a reconnu qu'il était nécessaire de protéger les graines sarclées contre leurs similaires, ce qui oblige à accorder la même protection contre leurs équivalents, les arachides, sésames, etc.; et elle a frappé de 3 fr. 50 (tarif maximum) et de 2 fr. 75 (tarif minimum) par 100 kilogr. les graines d'arachides en cosses, de 5 fr. et 3 fr. 75 les graines d'arachides décortiquées, de 3 fr. 50 et 2 fr. 75 les graines de lin, de niger et de chénevis, de 6 fr. et 4 fr. 50 les graines de sésame, qui avaient été exemptées par la Chambre.

La question des fils de coton est plus importante.

Il est avéré maintenant que l'Angleterre a eu pour but principal et presque unique, dans les négociations de 1860, de se rendre maîtresse du marché des cotons filés en France et d'y trouver, dans les moments de crise, un débouché pour sa surproduction. Telle est la cause des tarifs très bas qui furent alors concédés à ses exigences, et depuis lors, malgré l'expérience faite du danger et les efforts tentés en 1881, la situation est restée la même; aussi la grande industrie cotonnière, qui pourrait facilement suffire à la consommation intérieure par quelques progrès, suit, à défaut d'une protection suffisante, une marche décroissante.

Le Gouvernement et la Commission de la Chambre des députés étaient d'accord sur le principe du relèvement, et même sur les chiffres, après quelques divergences. Mais ils étaient absolument séparés sur le point de l'admission temporaire. Le Gouvernement, dans l'intérêt des tissages de Calais, de Saint-Etienne, de Roanne et de Lyon, pour ses tissus mélangés, a proposé à la Chambre des députés d'accepter l'admission temporaire pour tous les fils de coton, et en a fait la condition des augmentations de droits qu'il consentait. La Commission, au contraire, combattit l'admission temporaire. Elle soutint que ce serait la destruction du droit. La présence sur le marché de deux produits identiques, dont l'un a payé des droits et l'autre en a été, fût-ce même provisoirement, affranchi, amènerait une confusion des cours. Par la loi naturelle qui fait que ces cours se règlent sur la marchandise la moins chère, la protection que le tarif des douanes aurait accordée disparaîtrait par la concurrence des matières admises temporairement.

Le Gouvernement a fait à la Commission des douanes du Sénat une proposition nouvelle. Désireux d'accorder une protection aux fils de coton, il a repris les chiffres des droits qu'il avait acceptés devant la Chambre des députés, tout en renonçant à l'admission temporaire de ces fils, y compris ceux de 50 000 mètres et plus, qui en ont le bénéfice sous la législation actuelle. Mais il veut la remplacer par un remboursement partiel et à forfait des droits qui auront été perçus à l'entrée des fils destinés à la fabrication des tissus mélangés de soie et de coton, des tissus teints en fils, des tresses, lacets, mousselines, tulles et dentelles en coton pur ou mélangé de soie. Ce système n'a rien de commun avec l'admission temporaire. Tous les cotons filés payent le droit à l'entrée, et dès lors disparaît l'objection simultanée de deux cours dont le plus bas absorbe l'autre. Ce n'est pas non plus le drawback, car tous les tissus compris dans la nomenclature reçoivent le remboursement, qu'ils contiennent des fils venus de l'étranger ou de la filature française. C'est un forfait établi sur l'état actuel des importations des filés et des exportations de tissus, dans lequel on évalue à 60 % du coton contenu dans les tissus exportés la valeur représentative de tout ce que l'on consent à rembourser.

La Commission des Douanes du Sénat a accepté cette combinaison qui concilie tous les intérêts, et que nous examinerons plus tard en détail, quand ce chapitre sera discuté.

Emile BERT,
Docteur en Droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'Ecole Commerciale de Paris.

(A suivre.)

RÉVISION DU TARIF DOUANIER

Les droits de Douane sur les Pétroles.

Le Sénat est à la veille de délibérer sur les nouveaux tarifs des pétroles votés par la Chambre des Députés au mois de juillet dernier.

Comme on le sait, la taxe sur les pétroles bruts a été maintenue à 18 francs les 100 kilogr., tandis que sur le pétrole raffiné le droit a été rabaissé de 25 à 23 francs. Cette diminution de taxe sur le pétrole raffiné, ou plutôt la réduction de l'écart de 7 francs existant actuellement entre la matière brute et le produit fabriqué, est-elle justifiée ?

La question du pétrole est fort complexe et souvent déjà elle a attiré l'attention des pouvoirs publics. Le droit sur le pétrole comme

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XIX, n° 21, p. 342.

Digitized by Google

les droits sur le café ou autres produits exotiques, ne se justifie que par les ressources qu'il procure au Trésor. Mais au point de vue de la quotité des taxes, ce produit n'existant pas en France, il y a lieu d'établir une différence entre le pétrole brut, matière première, et le pétrole rectifié, produit fabriqué. Quel doit être le rapport entre les taxes dont seront frappés ces deux sortes de pétrole? C'est sur ce point que la lutte est engagée entre les importateurs et les fabricants français, c'est-à-dire entre l'industrie étrangère et les représentants du travail national.

Le pétrole n'a commencé à être mis en usage en Amérique qu'en 1861, et il ne fit son apparition en France qu'en 1863; depuis cette époque la législation douanière qui le concerne a été modifiée bien des fois.

A l'origine, ce produit fut assimilé par la Douane aux huiles et essences de houille, puis il fut réglementé, pour la première fois, en 1864, par une loi spéciale qui exemptait le pétrole brut, mais frappait d'une taxe de 3 fr. 60 par 100 kilogr. le pétrole raffiné.

Ce régime, à l'abri duquel se sont crées en France les raffineries de pétrole, a duré jusqu'en 1871, époque à laquelle l'Assemblée nationale, pour créer des ressources, a frappé le pétrole brut d'un droit d'entrée de 20 francs les 100 kilogr. et le pétrole raffiné d'un droit de 32 francs, soit une protection de 12 francs pour les raffineries. Une loi du 30 décembre 1873 éleva le droit à 37 francs par 100 kilogr. pour les huiles raffinées marquant au densimètre 800°, avec un supplément de 0 fr. 10 par degré au-dessous de 800°, et à 47 francs pour les essences. La même loi stipulait que l'Administration aurait à apprécier les quantités d'huiles lampante et d'essences contenues dans l'huile brute; elle taxait celle-ci à 30 francs par 100 kilogr. d'huile lampante et 40 francs par 100 kilogr. d'essence. Mais aucun appareil, ou procédé, n'ayant permis de déterminer avec précision la quantité d'huile lampante ou d'essence contenue dans le pétrole brut, l'Administration dut se contenter de prendre une moyenne en fixant le rendement à 78 %.

Telle était la situation au moment de la révision du Tarif général des douanes en 1881.

En 1881, le Gouvernement renonçant à baser les droits sur la richesse des pétroles bruts en produits raffinés, adopta les droits suivants votés par le Parlement, droits qui sont actuellement en vigueur.

18 francs les 100 kilogr. pour les huiles brutes sans distinction.
25 francs — pour les essences et huiles raffinées.

Ce régime nouveau fut établi à la suite d'enquêtes minutieuses et d'un examen approfondi de la part de l'Administration et des Chambres (1). Aucune législation douanière ne fut l'objet de plus sérieuses études et de plus vives discussions.

L'écart, qui était antérieurement de 12 francs, fut donc ramené subitement à 7 francs en prenant pour base un rendement moyen de 85 % au lieu de 78 %.

Cette diminution considérable du droit différentiel dont jouissaient nos raffineries fut le résultat d'une campagne ardente menée par un groupe de courtiers et importateurs. Ceux-ci rencontrèrent dans les dispositions libre-échangistes du Gouvernement et de la Chambre des Députés d'alors, un écho facile de leurs réclamations.

Ainsi donc la raffinerie de pétrole subissait dans cette modification brutale de traitement une épreuve qui aurait causé sa ruine si elle n'avait rencontré dans l'augmentation de la consommation l'occasion de doubler l'importance de ses établissements, diminuant ainsi ses frais généraux. Les usines, au nombre de cinq ou six, qui ne furent pas en situation de modifier leurs installations, durent fermer.

Cette atténuation de la rigueur des conditions économiques produites par le nouveau Tarif était insuffisante pour protéger la Raffinerie contre la concurrence étrangère. Elle eut, en 1885, à subir un assaut formidable de la part de l'industrie américaine qui voulut s'emparer de notre marché en créant des entrepôts sur divers points du littoral français, et si nos industriels ne s'étaient imposé de grands sacrifices et unis pour la défense commune, la concurrence se serait installée définitivement.

Au sortir de cette lutte les vaincus se réunirent à leur tour et entreprirent alors une nouvelle et cruelle campagne contre les Raffineurs. Ne pouvant les atteindre commercialement, ils cherchèrent à les compromettre vis-à-vis de l'Administration en formulant des insinuations sur la nature des huiles brutes importées dans leurs usines et à les déconsidérer par des attaques d'une certaine presse auxquelles il leur eût été impraticable de répondre, tant était violente la polémique dirigée contre eux.

Le Ministre de la Justice fut l'objet d'une interpellation (2).

Ne pouvant prouver ni le monopole, ni l'accaparement, les adversaires concentrèrent tous leurs efforts dans le but d'exploiter la légende qu'ils avaient réussi à créer malgré tout, contre les Raffineurs français, et profitèrent de l'occasion que leur offrait la révision du Tarif douanier pour porter un coup fatal et définitif à une industrie qui était une entrave à leurs desseins. Ils invoquèrent les soi-disant pertes que subissait le Trésor en percevant le droit de 18 francs sur des huiles brutes qui n'étaient autres que des mélanges de raffinés et contenant jusqu'à 98 % de produits propres à l'éclairage au lieu de 85 %.

On en était déjà tellement convaincu, que des Députés sérieux le proclamaient à la tribune à l'issue de l'interpellation que nous avons rappelée ci-dessus (1).

Depuis, le Comité consultatif des Arts et Manufactures, consulté à ce sujet, a déclaré que le rendement des pétroles importés n'excédait pas 90 %.

Les adversaires développèrent auprès de l'Administration et du Gouvernement la thèse de l'avantage qu'il y aurait pour le Trésor à recevoir des produits fabriqués au lieu de la matière brute, et enfin prétendirent que l'industrie du pétrole en France, n'occupant que 300 ouvriers, ne rendait aucun service au pays et pouvait par conséquent être aisément supprimée.

Tel était l'état d'esprit dans lequel on avait entretenu l'Administration lorsque se présenta l'examen de la question des pétroles devant la Chambre des Députés.

La Commission des Douanes émit le vœu, à propos de la discussion sur les rendements des huiles brutes, qu'il n'était pas juste d'imposer aux Raffineurs de s'approvisionner exclusivement en huiles d'une certaine qualité et d'un rendement supérieur et qu'on taxât les huiles brutes suivant leur richesse. A défaut d'un instrument pour le dosage, elle demanda que les Raffineries fussent soumises au régime de l'exercice; en maintenant un droit protecteur de 4 francs, c'est-à-dire que tous les produits raffinés sortant des Usines, seraient soumis aux droits sur les raffinés avec une diminution de 4 francs, droit compensateur actuel.

Le Comité consultatif, repoussant cette combinaison sous prétexte de difficultés de perception, le Gouvernement refusa l'exercice et maintint l'écart de 5 francs qu'il soutint devant la Chambre des Députés et qui fut voté à la suite d'une discussion trop courte et à la fin d'une session.

Si cet écart de 5 francs seulement était maintenu, ce serait la ruine d'une industrie qui date de 1863 et qui occupe une place considérable dans le travail national.

Ce qui était vrai en 1881, au moment où l'écart de 7 francs avait été voté par les Chambres, l'est encore aujourd'hui (2).

Au point de vue du rendement, les huiles brutes importées depuis 1881 ont été sensiblement les mêmes qu'auparavant. Par conséquent au point de vue du remboursement des déchets produits dans les Raffineries, le chiffre est resté le même.

Si, comme l'a déclaré le Comité consultatif des Arts et Manufactures, le rendement des huiles brutes d'Amérique a atteint 90 %, cela ne peut s'appliquer qu'à des huiles d'une richesse exceptionnelle que l'on a pu se procurer dans ces dernières années mais dont les sources peuvent s'épuiser d'un jour à l'autre et que les Américains peuvent ne plus laisser exporter.

Quant au droit compensateur de 3 fr. 60 c. ou 3 fr. 94 c. (en tenant compte de l'intérêt de la perte du droit), soit 4 francs en chiffre rond, qui ajoutés aux 3 fr. 06 c., restitution de 17 kilogrammes de déchet, forment les 7 francs, il a été toujours accordé à la raffinerie. M. Rouvier, dans son discours de la séance du 30 avril 1880 à la Chambre des Députés, le proclamait ainsi : « Quel que soit, disait-il, le droit que vous adopterez sur le pétrole brut, il faudra toujours tenir compte aux raffineurs, et *personne ne le leur conteste*, de cet écart de 3 fr. 60 c. »

Non seulement l'industrie française se trouve en infériorité vis à vis de ses concurrents étrangers, mais depuis 1881, époque où le nouveau tarif a été appliqué, la plupart des matières nécessaires à l'industrie du pétrole ont augmenté sensiblement de valeur, tandis que le phénomène inverse s'est produit en Amérique.

En 1881, la houille, dont cette industrie fait une consommation énorme, le fer, la fonte, le cuivre, les produits chimiques et enfin toutes les matières diverses employées dans l'industrie du raffinage se vendaient sensiblement meilleur marché en France qu'aux États-Unis.

Aujourd'hui la situation est renversée : le prix des charbons est augmenté de près de 30 %, de même pour les produits de la métallurgie, alors qu'en Amérique existe une situation tout à fait différente. Le charbon y est infiniment meilleur marché qu'il n'était en 1881 et il en est de même pous toutes les matières que nous venons de citer.

L'industrie américaine travaille des quantités formidables et en rapport avec l'augmentation de la consommation du monde, tandis que les usines françaises, ne pouvant exporter leurs produits, ne fabriquent exclusivement que ce qui est nécessaire à l'alimentation de la France. En Amérique une seule usine produit à elle seule en un mois ce que les trente usines disséminées sur tout le territoire français produisent en une année.

La compensation qui est nécessaire à l'industrie française du pétrole, pour la dédommager de l'infériorité dans laquelle elle se trouve lorsqu'elle travaille une matière brute qu'elle est obligée de transporter à grands frais et que son concurrent étranger manipule sur les lieux de production, devrait donc être non seulement maintenue mais même relevée.

Nos industriels ne demandent pas ce relèvement, mais ils protestent énergiquement contre tout abaissement et demandent le maintien du *statu quo*. Il n'y a pas de bonnes raisons pour le leur disputer.

(1) Voir les comptes-rendus des Commissions des Douanes, discours de M. Rouvier à la Chambre des députés et de M. Tirard au Sénat.

(2) Voir l'interpellation sur l'accaparement des pétroles et la réponse de M. le ministre Fallières (17 mai 1890).

(1) Voir le discours de M. Hubbard à la Chambre des Députés (17 mai 1890).

(2) Décomposition de l'écart de 7 francs :

Il faut 117 kilogrammes d'huile brute pour faire 100 kilogrammes d'huile raffinée, soit 117 kilogrammes à 18 francs.	Fr.	21.06
Droit compensateur.		3.60
Perte d'intérêt sur le droit.		0.34
Total.	Fr.	25 »
Droit sur le brut		18 »
Ecart	fr.	7 »

Digitized by Google

1° Au point de vue fiscal, si le Gouvernement veut augmenter les recettes du Trésor, qu'il relève les taxes sur le pétrole.

2° Au point de vue du consommateur, si le Gouvernement veut diminuer le prix du pétrole, qu'il en abaisse les taxes, mais en maintenant toujours l'écart nécessaire et indispensable entre la matière brute et la matière raffinée.

3° Au point de vue étranger, aucun traité de commerce, aucune revendication étrangère ne vient nécessiter le changement du régime actuel.

Les adversaires de la raffinerie ont prétendu que cette industrie n'avait qu'une importance secondaire. Il faut n'avoir jamais vu ces grands établissements industriels pour porter un tel jugement, contraire aux faits et à la vérité.

Il faut lire les protestations de toutes les Chambres de commerce des ports ou des villes dans lesquels se trouvent ces établissements, pour se rendre compte de leur importance et de l'intérêt qu'elles y trouvent (1).

De plus, un nouveau facteur, l'huile russe, est venu jeter le trouble dans cette industrie déjà très attaquée. En 1881, la raffinerie française n'avait à lutter que contre le produit raffiné américain, tandis qu'aujourd'hui elle doit tenir tête à la fois à la concurrence des produits raffinés américains et des produits raffinés russes.

Déjà, avec le régime actuel des 7 francs d'écart, nos raffineries du bassin méditerranéen de Marseille et Cette ne peuvent plus soutenir la lutte contre le raffiné russe et ont demandé (voir la pétition des raffineurs marseillais de juin 1890) de porter l'écart de 7 francs à 9 francs. Une raffinerie est déjà fermée et fait de l'importation directe, et les autres, d'une importance beaucoup plus grande, ne peuvent même pas lutter contre l'importation étrangère en Algérie, malgré le faible coût du fret de Marseille à Alger (un franc par 100 kilogr.).

Pour soutenir cette lutte nouvelle contre le raffiné russe il aurait fallu une législation permettant de travailler la matière brute russe qui est les 2/3 moins riche que la matière brute américaine, ce qui pouvait se faire par la taxation suivant la richesse ou, comme nous l'avons indiqué plus haut, par l'exercice des usines, mais tout leur a été refusé. De telle sorte qu'aujourd'hui nos établissements du midi subissent une crise terrible en attendant le coup de grâce qui leur sera donné définitivement si l'écart de 5 francs soutenu par le Gouvernement venait à être voté par le Sénat.

Nous espérons qu'il n'en sera pas ainsi. Il faut, au nom des industries nationales, protester contre toutes mesures qui, sans justifications sérieuses, viendraient compromettre leurs intérêts.

Les établissements de raffinage de pétrole, au nombre d'environ 30, représentent actuellement en France un intérêt considérable. Leur coût est évalué à plus de 50 millions et les capitaux nécessités pour le fonctionnement et l'approvisionnement de ces usines à plus de 100 millions. Le nombre des ouvriers qu'elles occupent dépasse 3 000 sans compter le personnel supérieur nécessaire à la direction de ces établissements, composé d'Ingénieurs sortis de l'Ecole Polytechnique, de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, des Ecoles nationales des Arts et Métiers, ainsi que de nombreux contremaîtres, employés, etc.

La consommation de charbon dans ces établissements s'élève à près de 150 000 tonnes, celle d'acide sulfurique à 8 000 tonnes, celle de soude caustique à 2 000 tonnes; il faut y ajouter plus de 3 000 tonnes de matériaux et matières divers, tels que produits de la métallurgie, produits chimiques, etc.

Les dépenses de chaudronnerie, fonte, etc., nécessaires à son entretien peuvent être évaluées à plus de 3 millions de francs par an qui, ajoutés au chiffre des salaires des ouvriers et de la valeur des produits que nous venons de citer plus haut, portent les dépenses annuelles à près de 14 millions de francs.

Voilà l'industrie que l'on a prétendu ne pas rendre suffisamment de services au pays!

Déjà des protestations arrivent de tous côtés. Nous avons cité celles des représentants les plus autorisés du Commerce et de l'Industrie: les Chambres de Commerce; nous citerons maintenant les protestations de l'industrie elle-même qui, sous la forme indiquée ci-dessous, s'élèvent contre toute modification du régime actuel des Raffineries (2).

Par suite de la solidarité qui existe entre l'industrie du pétrole et les nombreuses industries qu'elle alimente, ces protestations ont déjà atteint le chiffre de 524 dont voici la nomenclature:

Protestations :

Compagnies de charbonnages	28
Constructeurs mécaniciens	99
Etablissements métallurgiques	26
Chaudronniers en fer et cuivre	16
Fondeurs en fer et cuivre	32
Fabricants de gros produits chimiques	35
Fabricants de couleurs, colle, etc.	47
Matériaux de construction	60
Matériel et outillage divers	104
Industries diverses	77
	524

Nous ne pouvons en donner ici le détail et les noms, mais toutes nos grandes Compagnies de charbonnages, tous nos établissements métallurgiques pour la production du fer, de l'acier, nos fonderies, nos constructeurs en fer, en cuivre, les grandes fabriques de produits chimiques, les entrepreneurs de construction, etc, ont signé ces protestations et ont fait voir l'intérêt considérable qui s'attache à cette industrie dont elles sont solidaires.

Il faut espérer que le Sénat, lors de la grave délibération qui va avoir lieu prochainement, prendra énergiquement la défense des raffineries de pétrole en demandant le maintien du *statu quo* qui, seul, peut leur permettre de soutenir la lutte contre la concurrence étrangère, et qu'il repoussera toute mesure de nature à compromettre une industrie qui occupe une place importante dans le patrimoine industriel de la France.

Émile BERT,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École Commerciale de Paris.

(1) Voir les protestations des Chambres de Commerce du Havre, de Rouen, Dunkerque, Lille, Calais, Dieppe, Douai, Roubaix, Orléans, Bordeaux, Marseille et Cette, qui toutes se sont élevées contre la décision prise par la Chambre de modifier le régime actuel.

(2) PROTESTATION :

Paris le 1er Octobre 1891.

Nous soussignés,

Ayant pris connaissance du vote de la Chambre des Députés du 15 juillet dernier, relatif au nouveau tarif douanier des pétroles, protestons contre la réduction de la protection nécessaire à cette industrie.

Considérant :

1° Que les droits nouveaux auraient pour conséquence la fermeture du plus grand nombre des usines;

2° Que la raffinerie de pétrole en France offre un débouché considérable à nos produits;

3° Que toutes les industries nationales sont solidaires,

Demandons instamment au Gouvernement et au Parlement de ne pas modifier les droits portés au tarif actuel pour les huiles de pétrole.

CORRESPONDANCE

Le chemin de fer électrique Heilmann.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil.*

MONSIEUR,

Je crois que les lecteurs du *Génie Civil* liront avec intérêt quelques détails complémentaires et actuels sur le chemin de fer électrique que M. J.-J. Heilmann étudie en ce moment, et dont vous avez antérieurement donné le principe (1).

Le système de chemin de fer imaginé par M. Heilmann diffère, je le rappelle, de tous les systèmes de chemins de fer ou tramways employés jusqu'ici, par ce fait que l'électricité est produite au fur et à mesure des besoins sur le train lui-même. Il ne comporte l'emploi d'aucun conducteur fixe : une usine d'électricité ambulante suit le train, et fournit à chaque instant l'énergie nécessaire.

D'après le projet primitif de l'inventeur que vous avez décrit, l'électricité produite sur le véhicule de tête devait être envoyée à des moteurs placés sur toute la longueur du train, et utiliser ainsi l'adhérence totale de celui-ci. Les câbles conducteurs seraient dans ce système réunis entre les voitures par des pièces de raccordement. Comme l'exécution de ce projet aurait entraîné à des dépenses considérables, puisqu'elle aurait nécessité la construction d'un train complet, M. Heilmann a préféré construire, tout d'abord, une locomotive électrique à adhérence totale, c'est-à-dire un véhicule portant chaudière, machine à vapeur et dynamo génératrice, et dont tous les essieux seront actionnés par des moteurs électriques.

L'emploi de ce système ne nécessitera aucune modification aux voies existantes; les trains électriques pourront circuler indépendamment l'un de l'autre, comme les trains ordinaires.

La machine, qui est actuellement en construction, a la forme d'une voiture à bogies de 15 mètres de longueur, terminée à l'avant par une proue pour diminuer la résistance de l'air. Cette voiture est montée sur deux bogies, ayant chacun quatre essieux et munis de roues en bois, ayant le diamètre ordinaire des roues de wagons (1m 04). L'empattement de chaque bogie est de quatre mètres. Chaque essieu porte une réceptrice à trois phases, système C. E. L. Brown, à laquelle le courant est amené par trois conducteurs passant au centre de l'essieu. L'inducteur est fixe; l'induit est mobile. Grâce à des contacts frottants, on peut intercaler dans son circuit une résistance variable et régler ainsi le couple de rotation. Chaque machine a une puissance effective de 60 chevaux environ.

La chaudière se trouve à l'arrière du véhicule, disposition favorable au tirage. Elle est du système Lentz, à foyer ondulé et chambre de combustion. Elle a déjà été appliquée à diverses locomotives et a donné d'excellents résultats, tant comme économie que comme puissance de production. Celle que porte la locomotive Heilmann est capable d'alimenter une machine compound de 600 chevaux.

Cette machine a été étudiée avec soin pour être très légère et économique, et pour ne donner lieu à aucun mouvement perturbateur. Elle est horizontale et son axe est placé dans le sens de la voie. Les deux cylindres sont dans le prolongement l'un de l'autre, l'un d'eux agissant sur deux manivelles, par l'intermédiaire de deux bielles. Tous les mouvements sont balancés exactement. La pression maximum est de 12 atmosphères; la vitesse moyenne, 300 tours par minute; l'échappement est envoyé à la cheminée.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 23, p. 370.

Digitized by Google

Sur l'arbre même de la machine à vapeur est fixé l'inducteur de la dynamo principale dont le diamètre est de 2 mètres environ.

Une petite dynamo à courant continu est commandée par une machine à vapeur spéciale, et sert pour l'excitation de la grande machine et pour l'éclairage. A l'avant est réservée une place pour le mécanicien, qui a sous la main tous les appareils de manœuvre et de contrôle. Les freins à air comprimé ont été adaptés sur cette première machine.

Des réservoirs à eau et des soutes à charbon ont été disposés de chaque côté de la chaudière, de sorte que la locomotive forme en même temps le tender.

Les avantages qui résulteront de l'emploi de cette locomotive résident principalement dans l'absence de mouvements perturbateurs qui limitent la vitesse des machines ordinaires et détériorent les voies ; on pourra donc réaliser des économies sur l'entretien du matériel. Quant à la traction proprement dite, il est permis d'espérer qu'elle sera aussi économique que celle par locomotives ordinaires, car la perte dans la transformation électrique est rachetée par l'emploi d'un type économique de machine à vapeur, et la nouvelle locomotive possède une résistance propre, qui est beaucoup plus faible que celle d'une locomotive à vapeur, sa machine à vapeur fonctionnant dans des conditions normales, et son roulement étant celui d'un wagon à bogies.

Veuillez agréer, etc.

G. DE SAINT-ARRAIL,
Ingénieur civil.

NÉCROLOGIE

LÉON VIGREUX

Dimanche dernier ont été célébrées à Paris, en l'église Saint-Paul-Saint-Louis, les obsèques de M. Léon Vigreux, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, membre du Comité supérieur de Rédaction du *Génie Civil*, qui était décédé subitement, le 27 novembre.

M. Léon Vigreux était né à Rouen en 1837. Elève distingué de l'Ecole nationale des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne, il était venu compléter ensuite ses études techniques à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures d'où il était sorti, en 1860, avec le diplôme d'Ingénieur-Mécanicien.

Entré presque aussitôt après chez M. Callon, Ingénieur civil, il en avait dirigé le bureau des études jusqu'en 1875. Au mois de décembre 1865 il avait été nommé répétiteur du cours de constructions de machines (3e année) à l'Ecole Centrale, et en 1878, à la mort de M. Callon, il avait été chargé de professer ce même cours. Depuis le mois de novembre 1879, il faisait partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole.

L'œuvre de M. Vigreux comme Ingénieur est considérable. En outre des importants travaux auxquels il avait collaboré avec M. Callon, il a étudié et dirigé de nombreuses constructions et installations de papeteries, distilleries, minoteries, fours à chaux, filatures, moteurs hydrauliques, des distributions et élévations d'eau, des transmissions télédynamiques, etc. Citons entre autres les machines élévatoires de l'Atfeh (Egypte), l'une des plus colossales usines hydrauliques qui existent ; en 1888, ces machines ont élevé une quantité de 580 millions de mètres cubes en 300 jours.

M. Vigreux avait fondé, en 1878, le journal *le Meunier* et avait ensuite entrepris la publication d'un important recueil technique intitulé : *Théorie et pratique de l'art de l'Ingénieur, du Constructeur de machines et de l'Entrepreneur de travaux publics.*

Pendant le siège de Paris, en 1870-1871, M. Vigreux avait été chef de service de l'ajustage des canons de 7. En 1888, il avait été nommé inspecteur régional de l'Enseignement technique au ministère du Commerce et de l'Industrie.

Nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1883, il avait été promu au grade d'officier dès le mois de mai 1889, pour services rendus pendant l'installation de l'Exposition universelle.

L'inhumation du corps de notre regretté collaborateur a eu lieu au cimetière du Père-Lachaise, où plusieurs discours ont été prononcés sur sa tombe.

M. Boutillier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, président du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Centrale, a pris, le premier, la parole au nom de cette Ecole. Il a retracé, en termes éloquents, la brillante carrière d'Ingénieur de M. Vigreux, « qui unissait si bien la connaissance approfondie de la théorie à la science pratique de la construction », en s'attachant principalement à faire ressortir les services qu'il a rendus comme professeur à l'Ecole Centrale où sa mort prématurée va laisser un si grand vide.

M. Georges Berger, député, a ensuite rappelé la part active et considérable que M. Vigreux avait prise aux travaux de l'Exposition universelle de 1889, comme chef des services mécanique et électrique de cette Exposition.

M. Armez, député, membre du Conseil de perfectionnemont de l'Ecole Centrale, a parlé au nom de l'Association amicale des anciens élèves de cette Ecole ; M. Polonceau, président de la Société des Ingénieurs civils, au nom de cette Société ; M. Soleville, au nom des anciens élèves des Ecoles des Arts et Métiers, etc.

T

INFORMATIONS

L'Usine du quai de la Gare de la Compagnie parisienne de l'air comprimé.

Le 3 décembre a eu lieu l'inauguration de l'usine du quai de la Gare appartenant à la Compagnie parisienne de l'air comprimé. Cette installation industrielle, dont la Compagnie du Creusot a fourni les éléments principaux, peut être considérée comme une des plus importantes et des plus remarquables qui aient été exécutées. Nous reviendrons ultérieurement sur sa description, nous contentant de donner, à ce sujet, quelques détails sommaires, car il s'agit d'un véritable événement industriel.

L'usine comprend : 1° Quatre machines de compression de 2 000 chevaux chacune (indiqués) ;

2° Une machine verticale pilon à triple expansion ;

3° Un compresseur d'air compound à trois cylindres, du système du professeur Riedler, disposé au-dessus de chacune des machines à vapeur, de telle façon que les pistons des compresseurs soient reliés directement aux pistons à vapeur. Chaque compresseur compound est composé de deux cylindres à basse pression et d'un cylindre à haute pression. En marche normale, la pression effective initiale de la vapeur sur le petit piston est de 10 kilogrammes.

La distribution de la vapeur dans les petits cylindres est du système Corliss, dont MM. Schneider et Cie sont concessionnaires des derniers brevets. Dans les moyens et dans les grands cylindres, la distribution de la vapeur est assurée par quatre distributeurs cylindriques également du système Corliss. Un régulateur de pression ralentit la vitesse de la machine quand la pression de l'air dépasse le maximum prévu.

Chaque cylindre est muni d'une enveloppe de vapeur. Chaque machine est munie d'un condenseur et de deux pompes à air verticales à simple effet; elles sont commandées par des balanciers reliés aux têtes des tiges de pistons à vapeur. Les pompes à air sont placées dans le sous-sol et aspirent directement l'eau à la Seine.

Les compresseurs méritent une mention particulière. L'air est aspiré par chaque compresseur, au moyen d'un tuyau spécial en dehors de la halle des machines. L'air aspiré par les compresseurs à basse pression est refoulé dans un réservoir intermédiaire installé à chacune des machines. Les compresseurs à haute pression aspirent l'air dans les réservoirs intermédiaires pour compléter la compression. Des appareils d'injection d'eau et de pulvérisation sont disposés pour le refroidissement de l'air.

Les chaudières sont au nombre de vingt, du système multitubulaire, timbrées à 12 kilogr. La surface de chauffe totale par chaudière est de 226m2 64.

Le Cyclone de la Martinique.

Nous avons publié, dans notre numéro du 21 novembre, la lettre adressée à M. le Sous-Secrétaire d'Etat des Colonies par la représentation et les délégués du Conseil général de la Martinique. En réponse à cette lettre M. le Sous-Secrétaire d'Etat a adressé à M. Allègre, sénateur, la réponse suivante dont on lira la teneur avec intérêt :

Monsieur le Sénateur,

Vous avez appelé mon attention, par une lettre du 9 novembre, sur l'intérêt qu'il y aurait à venir promptement en aide à la Martinique pour lui permettre de réparer les désastres causés par le cyclone du 18 août dernier.

J'ai l'honneur de vous faire connaître que le Gouvernement ne perd pas de vue la situation dans laquelle se trouve la Colonie et que le Conseil des Ministres s'est préoccupé, à diverses reprises, des mesures à prendre pour arriver à un résultat satisfaisant. Il a été admis, en principe, au cours d'une de ces séances qu'on aiderait les colons dont les immeubles ont été détruits ou endommagés au moyen d'une combinaison analogue à celle qui a été employée en 1887 à la suite des tremblements de terre des Alpes-Maritimes et qu'une subvention serait allouée au budget local pour combler le déficit qui se produira vraisemblablement dans la rentrée des impôts et permettre à l'Administration de dégrever les habitants de certaines taxes.

La mise en pratique de ces dispositions fera l'objet d'un projet de loi qui sera présenté au Parlement dès que j'aurai reçu, sur l'importance des pertes, les renseignements précis que l'Administration locale, de concert avec les Inspecteurs chargés d'une mission spéciale à cet effet, s'occupe de recueillir.

Je ne manquerai pas, le moment venu, de vous demander, pour hâter l'adoption de ce projet de loi, un concours sur lequel je suis certain de pouvoir compter.

Agréez, Monsieur le Sénateur, etc.

Signé : ÉTIENNE.

Il faut souhaiter que le projet de loi annoncé par M. le Sous-Secrétaire d'Etat des Colonies soit présenté le plus tôt possible, car l'urgence des déterminations à prendre en faveur de notre malheureuse colonie est douloureusement évidente. C'est en effet par une subvention à la colonie et en facilitant un emprunt aux sinistrés que l'Etat viendra utilement en aide à la Martinique.

La lettre de M. le Sous-Secrétaire d'Etat est formelle : tous les colons dont les immeubles ont été détruits ou endommagés auront droit à l'emprunt, et non, seulement, les propriétaires des immeubles des villes et bourgs, suivant la note des journaux. On ne pouvait exclure les immeubles ruraux, alors, qu'en bonne logique, ce sont les premiers à reconstruire, dans l'intérêt du pays qui ne vit, n'a sa raison d'être que par l'agriculture, sans laquelle villes et bourgs sont sans utilité.

M. le Sous-Secrétaire d'Etat est certainement bien pénétré de cette pensée que le relèvement de l'agriculture à la Martinique ne peut s'effectuer sans l'aide de l'Etat. Aussi, doit-on admettre que les taxes dont seraient dégrevés les habitants, sont celles qui pèsent sur les

Digitized by Google

produits du sol, principalement, bien que cela ne soit pas peut-être assez clairement exprimé dans sa lettre.

Il faut donc attendre le projet de loi qui sera présenté au Parlement pour être complètement renseigné tant sur l'importance des emprunts et subventions que sur les besoins auxquels ils donneront satisfaction. La discussion du projet de loi à la Chambre permettra de bien préciser l'emploi des subsides accordés et le mode de contrôle à exercer par le Ministre des Finances sur cet emploi.

Nous y reviendrons en temps et lieu.

Excavateur américain pour canaux.

Le dessin ci-joint, que nous reproduisons d'après la *Railroad Gazette*, représente un excavateur pour canaux d'un genre spécial, imaginé par la " San Francisco Bridge Company " pour la construction d'un canal de dix kilomètres environ devant relier la rivière " Sacramento " à la crique " Stony ".

Ce travail nécessitera l'excavation d'environ 956 000 mètres cubes de matières. La profondeur moyenne du canal est d'environ 5 mètres, mais en certains endroits elle atteint jusqu'à 6m 50. La largeur est de 34 mètres environ, et de 20 mètres au plafond. Ainsi que le montre notre gravure, une voie temporaire est posée le long de chaque rive du canal; l'excavateur est placé sur trois longerons qui reposent à chaque extrémité sur des wagonnets de terrassement

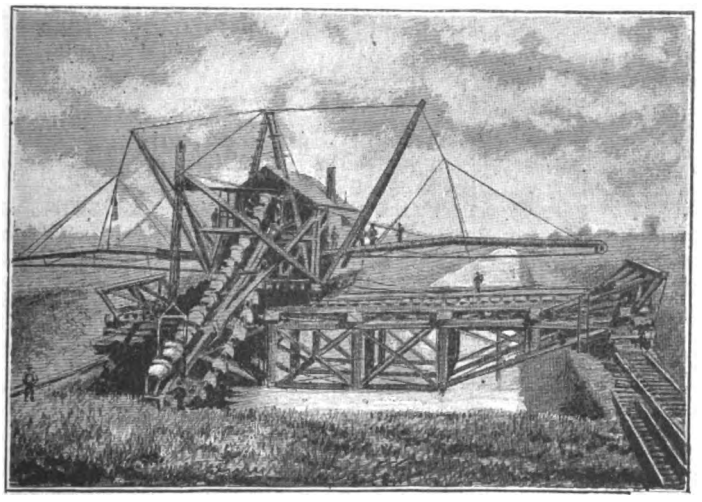


Fig. 1. — Excavateur américain pour canaux.

de la voie temporaire. L'excavation s'opère à l'aide de godets du modèle ordinaire; les matières sont d'abord placées dans une trémie, et déversées ensuite sur chaque rive, au moyen de transporteurs à courroie sans fin.

Lorsque l'appareil traverse l'axe du canal, dans son mouvement transversal l'inclinaison de la trémie est renversée, de sorte que les matières peuvent être déposées sur le transporteur qui est le plus rapproché de la rive. Dès que l'appareil a excavé et enlevé tout ce qui est à sa portée, les godets sont relevés, et le tout avance de 2m 75 à 3m 50 au moyen de câbles métalliques mis en mouvement par un treuil à vapeur.

Un seul homme suffit pour faire toute la manœuvre. Il a cinq leviers à manier; le premier pour élever ou baisser la chaîne à godets; le deuxième, pour diriger l'appareil à droite; le troisième, pour diriger l'appareil à gauche; le quatrième, pour faire avancer l'excavateur sur les wagons, et enfin le cinquième, pour la manœuvre de la machine. Le poids de l'excavateur est d'environ 300 tonnes.

Utilisation de la charrue en temps de guerre.

Si, pendant la paix, il est facile pour les fantassins de construire un retranchement quelconque parce que les outils nécessaires, pelles et pioches, sont sous leurs mains au moment voulu, il faut prévoir que, pendant la guerre, une circonstance fortuite peut priver nos soldats, dans un instant critique, de ces objets indispensables à leurs travaux. Il faut prévoir aussi que, eussent-ils tous ces objets sous la main, le temps pourra leur manquer pour pouvoir achever à propos un retranchement qui doit les mettre à l'abri du feu de l'ennemi. Il ne faut donc, en temps de guerre, rien dédaigner parmi les nombreux outils que l'on rencontre dans tous les villages. Et si, parmi ces outils du laboureur, il en est qui peuvent remplacer, dans certains cas, les outils du soldat, il faut les rechercher et les faire connaître. C'est à ce titre que nous appelons l'attention sur l'utilisation possible de la charrue en temps de guerre pour la construction des retranchements passagers.

Il est facile d'apprécier l'économie de temps qui peut résulter, dans l'établissement d'un retranchement de grande longueur, de l'emploi de la charrue au lieu de la pioche. N'eût-on pas à se préoccuper beaucoup, dans certains cas, de la question de temps, qu'on pourrait avoir à s'occuper de celle du nombre des pioches ou des bras disponibles, nombre que permettra de diminuer l'usage de la charrue.

Nous n'avons en vue, pour le moment, que le retranchement improvisé, dont le véritable type est la tranchée-abri représentée figure 1 en coupe transversale. Pour l'obtenir, en supposant d'ailleurs qu'on ait à opérer sur une longueur d'au moins 50 mètres, on enlèvera à la charrue et à la pelle, successivement, des tranches de 15 à 20 centimètres d'épaisseur. Ces tranches seront de largeur de moins en moins grande à mesure qu'on descendra, en sorte que le fossé une fois creusé aura ses côtés disposés en gradins. Aux extrémités du retranchement, des pentes douces, dans le sens de la lon-

Fig. 1.

gueur de l'ouvrage, seront ménagées au fur et à mesure de l'avancement du travail, afin de pouvoir remonter au niveau du sol général pour effectuer le changement d'orientation de la charrue. Les pelleteurs seront échelonnés tout le long de l'ouvrage pour jeter les terres sur le parapet.

Il ne nous semble pas que des difficultés sérieuses empêchent de bien conduire l'opération, puisqu'il ne s'agit de descendre qu'à 0m 50 de profondeur. En tout cas, les expériences seules peuvent décider, et, à notre connaissance, il n'existe comme résultats pratiques que ceux relatifs à la charrue fonctionnant au titre ordinaire. Nous donnons ci-dessous, à l'appui de notre idée, quelques-uns de ces résultats qui conservent leur valeur malgré l'époque peut-être un peu lointaine à laquelle ils ont été trouvés.

Expériences du général Morin faites sur une charrue pesant 64 kilogr. et traînée par 4 chevaux.

Nature des terres	Largeur et profondeur du labour	Traction kilogr.	Vitesse de la charrue par seconde
Légère, peu tenace . .	0m 28 × 0m 16	189,00	1m 04
Dureté moyenne . . .	0m 28 × 0m 16	209,00	1m 44
Forte avec pierre . . .	0m 28 × 0m 16	297,44	0m 82

F. Chaudy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Mesure de l'humidité des murs des habitations.

M. Vallin, dans la *Revue d'hygiène*, indique, d'après l'*Ingegnieria sanitaria*, le moyen suivant pour mesurer l'humidité des murailles des habitations. On emploie un segment de sphère en verre d'une surface de section de 30 centimètres carrés, portant au centre de sa courbe un tube en verre long de 5 centimètres et large de 5 millimètres, muni d'un robinet hermétique.

Ce manche creux est mis, au moyen d'un tube en caoutchouc assez court, en communication avec deux tubes de verre en U, remplis de chlorure de calcium; l'appareil est exactement pesé avec le contenu au moment de l'expérience.

Au lieu des tubes en U, on peut en employer de beaucoup plus petits, contenant une quantité déterminée de chlorure de cobalt sec. On sait que le chlorure de cobalt sec a une couleur bleue et qu'il prend une couleur rouge quand il reprend son eau de cristallisation. Ces tubes en U sont mis ensuite en communication avec un aspirateur ordinaire à eau. On peut aussi employer la pompe de l'aspirateur Potain, comme le fait le Dr Petrucco.

Voici comment on se sert de l'instrument. On applique la calotte de verre sur la surface du mur, en ayant soin d'assurer l'herméticité avec du mastic qu'on laisse sécher en pressant l'appareil contre le mur. On aspire lentement la quantité d'air que peut contenir la calotte de sphère; puis on ferme le robinet et on le met en communication avec les tubes contenant la substance qui doit absorber l'humidité. On rouvre le robinet, et on aspire l'air contenu dans la muraille à examiner. Naturellement l'air, l'instrument étant bien fermé, doit venir de l'extérieur vers l'intérieur et traverser la paroi. Celle-ci est humide et l'air non saturé d'humidité en emprunte à la substance hygrométrique.

On répète l'expérience sur un égal volume de l'air extérieur. La différence de la teinte du chlorure de cobalt indique la quantité d'eau que l'air a fixée en traversant le mur.

Pour qu'une maison soit habitable, il ne doit y avoir aucune différence entre ces deux épreuves; si on fait l'expérience un jour très humide, on devrait avoir la différence *en moins* pour l'air qui a traversé le mur.

De plus, la rapidité avec laquelle s'écoule l'eau de l'aspirateur, ou la résistance qu'on rencontre dans le jeu de la pompe, donnent une idée de la porosité de la paroi.

Quand cet instrument sera dans le commerce, il sera sans doute utile dans les expertises sanitaires, pour déclarer si une maison récemment construite est habitable au point de vue de l'humidité des parois.

Le procédé est assez ingénieux; il est regrettable que l'auteur anonyme ne dise pas s'il a fait des expériences de contrôle et quel en a été le résultat.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INOUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 12 octobre 1891.

Chimie. — 1° *Recherches calorimétriques sur l'état du silicium et de l'aluminium dans les fers fondus.* Note de M. F. Osmond, présentée par M. Troost.

MM. Troost et Hautefeuille, en dissolvant le silicium de fer dans le bichlorure de mercure, en partant d'un siliciure de fer à 3,5 °/₀ de silicium, et en allant jusqu'à un silicium à 14 °/₀, ont constaté, en mesurant les quantités de chaleur dégagée, un nombre de calories croissant avec la richesse en silicium de l'alliage ferrique. M. Osmond a donc pensé que si la loi indiquée ainsi se poursuivait pour les teneurs inférieures à 3,5 °/₀, le silicium, lorsqu'il est en faibles proportions, doit se dissoudre dans le fer avec absorption de chaleur.

C'est par l'expérimentation, grâce à des échantillons de silicium dont il disposait, que l'auteur a pu entreprendre ses recherches, qu'il donne en détail dans la présente note. Il résulte bien de ses expériences que le silicium peut se combiner au fer avec dégagement de chaleur, mais le composé formé est dissocié par un excès de fer et ne subsiste que si la pression du silicium dans l'alliage est suffisante.

Des essais analogues ont été faits avec l'aluminium, et l'auteur conclut en disant que l'aluminium, dans les conditions où l'emploie la métallurgie du fer, se dissout dans le fer fondu avec absorption de chaleur. Si donc, comme l'affirment les praticiens, on observe en réalité un phénomène inverse, le dégagement de chaleur constaté ne peut être attribué à une combinaison exothermique de l'aluminium avec le fer, mais seulement à la réduction par l'aluminium de l'oxyde de fer dissous et, probablement, à une modification allotropique du fer. La modification qui se produit normalement vers 850° pendant le refroidissement du fer, ne se retrouve plus, en effet, en présence d'une proportion suffisante d'aluminium, et a dû, par conséquent, avoir eu lieu au moment de l'addition.

2° *Point de fusion de certains binaires organiques. Fonctions diverses.* Note de M. Léo Vignon, présentée par M. Berthelot.

M. Léo Vignon, qui a montré dans une communication antérieure, par l'étude des points de fusion des systèmes binaires organiques formés de carbures d'hydrogène, qu'un certain nombre d'hydrocarbures aromatiques forment entre eux des combinaisons moléculaires par simple fusion, a étendu ses recherches à des systèmes binaires organiques formés de deux amines, de deux phénols, d'un carbure d'hydrogène et d'une amine, d'un carbure et d'un phénol, d'une amine et d'un phénol, d'un acide et d'une base, et donne dans cette note le résumé des résultats obtenus.

Les conclusions qu'il en déduit sont les suivantes :

1° Dans tous les cas examinés, les points de fusion observés diffèrent des points de fusion calculés ;

2° Si l'on représente graphiquement les points de fusion observés par rapport aux opérations pondérales d'un des éléments composant le mélange, on se trouve en présence de deux cas :

Premièrement. — Les points de fusion observés sont très différents des points de fusion calculés, et moins élevés qu'eux. Pour certaines proportions des composants, le mélange fond au-dessous du point de fusion du corps le plus fusible. Enfin les courbes présentent des points singuliers très nets, correspondant à des combinaisons moléculaires ;

Deuxièmement. — Les points de fusion observés diffèrent peu des points de fusion calculés. Ils leur sont un peu supérieurs. Les courbes qui représentent leurs variations n'offrent pas de points singuliers.

3° Les fonctions chimiques paraissent sans influence sur ces résultats ; que les mélanges soient formés de corps de fonctions identiques ou de fonctions différentes, carbures, amines, phénols, acides associés entre eux de diverses manières, on trouve qu'aucune particularité attribuable à l'existence de la fonction ne peut être dégagée des déterminations fournies par l'expérience.

Calcul de la chaleur spécifique des liquides. Note de M. G. Hinrichs, présentée par M. Berthelot.

Electricité. — 1° *Variation de la force électromotrice des piles avec la pression.* Note de M. Henri Gilbault, présentée par M. Lippmann.

S'inspirant des idées émises par M. H. von Helmholtz, dans sa théorie sur l'énergie libre, M. Gilbault a vérifié par la théorie et l'expérience les lois formulées par ce savant, en faisant porter ses recherches sur les piles exemptes de dégagement gazeux et sur les piles à dégagement gazeux. Il croit pouvoir conclure qu'il existe un parfait accord entre les nombres déduits de la théorie de M. H. von Helmholtz et l'expérience, pour des pressions peu élevées ; dans le cas de pressions excessives, il doit probablement, sur les variations normales, se greffer des variations dues à des effets secondaires, qui sont inévitables dans de semblables conditions.

2° *Accumulateur électrique multitubulaire.* Note de M. D. Tommasi.

Dans cet accumulateur, chaque électrode est formé d'un tube perforé en plomb, ébonite, porcelaine ou celluloïd, dont le fond est fermé par une plaque en ébonite, au centre de laquelle vient se fixer une tige en plomb servant de conducteur. L'intervalle compris entre la tige centrale et la paroi du tube-électrode est rempli par de l'oxyde de plomb. Des contacts métalliques, reliant ensemble respectivement les tiges des tubes positifs à celles des tubes négatifs, amènent le courant électrique qui, rencontrant le fond isolant, se répand dans la matière active et produit ainsi un travail chimique utile, sans aucune déperdition.

Les principaux avantages de cet accumulateur sont les suivants :

1° Le courant passe entièrement à travers la matière active, de la surface du tube à la tige centrale ou inversement ;

2° La quantité de matière active est portée à son maximum et à égalité de rendement, ces accumulateurs présentent un poids de deux à six fois moindre, et une surface de quatre à huit fois plus faible que les autres systèmes ;

3° La charge de cet accumulateur multitubulaire peut se faire avec un courant d'une intensité de 60 ampères par kilogramme d'électrode ;

4° Vu l'absence de soudure des tiges, ou lame servant de conducteurs, les ruptures si fréquentes dans les systèmes à plaques ne sont plus à craindre.

Mécanique. — *Sur les turbo-machines.* Note de M. Rateau, présentée par M. Haton de la Goupillère.

Mathématiques. — 1° *Sur les systèmes conjugués et sur la déformation des surfaces.* Note de M. E. Cosserat, présentée par M. Darboux.

Séance du 19 octobre 1891.

Chimie. — 1° *Calcul de la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière.* Note de M. G. Hinrichs.

2° *Sur un nouveau procédé de dosage de l'acide nitrique et de l'azote total.* Note de M. E. Boyer.

Ce procédé est fondé sur la réduction de l'azote nitrique en ammoniaque par les oxalates et le soufre, en présence de chaux sodée.

Il est déduit des deux expériences suivantes :

1° Si l'on chauffe au rouge, dans un tube à combustion, un mélange à proportions déterminées d'oxalate neutre de chaux, de nitrate de soude et de chaux sodée (0gr5 de nitrate de soude, 5 grammes d'oxalate de chaux, 15 grammes de chaux sodée), les deux tiers environ de l'acide nitrique sont réduits à l'état d'ammoniaque.

Ce nombre est un maximum ; il n'a pas varié sensiblement quand on a augmenté les quantités de chaux sodée et d'oxalate de chaux pour un poids fixe de nitrate.

2° Mais si l'on fait agir simultanément sur le nitrate de soude l'oxalate de chaux et le soufre en présence de la chaux sodée (0gr5 de nitrate de soude, 5 grammes d'oxalate neutre de chaux, 15 grammes de chaux sodée, 2 grammes de soufre), la réduction de l'azote nitrique en ammoniaque est complète.

C'est cette seconde réaction que M. Boyer a d'abord appliquée au dosage de l'azote nitrique dans les nitrates de soude et de potasse, puis au dosage total de l'azote sous ses trois états (organique, ammoniacal et nitrique).

Après avoir indiqué le mode d'opérer, l'auteur signale une série de dosages qu'il a faits sur différents produits renfermant l'azote à tous ses états.

Pour conduire l'analyse, il n'y a pas d'autres précautions à observer que dans le dosage de l'azote par la chaux sodée. Il faut avoir soin seulement de ne peser, à l'état sec, et pour 50 grammes de mélange réducteur, que les quantités suivantes des corps à analyser :

0gr5 dans le cas des nitrates de soude et de potasse ;

1 gramme dans le cas où le corps soumis à l'analyse renferme l'azote sous ses trois états, de façon à n'avoir que 0gr5 de nitrate de soude au plus dans la prise d'essai.

En observant ces précautions, ce procédé donne de bons résultats, aussi bien pour le dosage de l'azote nitrique que pour celui de l'azote total.

3° *Sur l'action de l'acide azotique sur l'ortho-anisidine diméthylée.* Note de M. P. Van Romburgh.

M. van Romburgh présente à l'Académie une étude très intéressante sur l'action de l'acide azotique sur l'ortho-anisidine diméthylée, faisant suite aux travaux qu'il a entrepris depuis longtemps déjà sur l'action de l'acide azotique sur des amines alhylées.

Mathématiques. — 1° *Sur les systèmes cycliques et sur la déformation des surfaces.* Note de M. E. Cosserat, présentée par M. Darboux.

2° *Sur la réduction à une forme canonique des équations aux dérivées partielles du premier ordre et du second degré.* Note de M. Elliot, présentée par M. Darboux.

G. Petit,
Ingénieur Civil.

BIBLIOGRAPHIE

Les Architectes et leurs rapports avec les propriétaires, les entrepreneurs et les tiers dans les travaux particuliers et publics, par David de Penanrun, architecte, ancien élève de 1re classe à l'Ecole nationale des Beaux-Arts, ancien inspecteur des Bâtiments civils et des travaux de la ville de Paris, membre de la Société centrale des Architectes français, expert au Tribunal de 1re instance de la Seine. — Chevalier-Marescq et Cie, éditeurs. Paris, 1891. — Prix : **12** francs.

Voici un ouvrage d'une très grande valeur, montrant ce qu'est l'architecte dans ses rapports avec les tiers et les entrepreneurs, et définissant quels sont ses droits, quels sont ses devoirs. Le point de vue auquel se place l'auteur est très pratique, après avoir indiqué avec le plus grand détail, les multiples connaissances que doit posséder l'architecte, il le prend au moment où il traite avec le propriétaire, et il le suit non pas seulement jusqu'à l'époque où les travaux sont terminés et réglés, mais bien jusqu'au moment où cesse toute responsabilité. Cette méthode est adoptée pour les travaux publics comme pour les travaux privés. Toutes les phases des rapports entre l'architecte et le propriétaire ou l'entrepreneur sont étudiées avec le plus grand soin, rien n'est laissé dans l'ombre. Une partie très intéressante est celle relative à la propriété artistique.

M. David de Penanrun a traité la question de droit avec la compétence d'un jurisconsulte, mais il pense que, pour beaucoup de ses lecteurs, il serait utile d'avoir quelques notions de droit qui sont indispensables à tout architecte et à tout entrepreneur, aussi a-t-il fait un exposé succinct et très clair de ces notions. L'ouvrage se termine par un appendice contenant les principaux textes de lois relatifs aux constructions, de telle sorte que ce livre se suffit à lui-même pour toutes les questions qu'il traite.

Nous ne connaissons qu'un seul ouvrage qui, par les services qu'il a rendus et rend encore, puisse être comparé au livre de M. David de Penanrun, ce sont les *Conférences sur le Droit administratif*, de M. Aucoc, et nous ne doutons pas que les architectes et les entrepreneurs à qui il n'est pas moins utile, feront au livre de M. David de Penanrun le même accueil que les Ingénieurs ont fait à celui de M. Aucoc.

Nous le recommandons tout particulièrement aux jeunes gens qui commencent leur carrière ; ils y trouveront des avis et des conseils qu'aucun auteur ne leur a encore donné, qui faciliteront singulièrement leurs débuts et leur éviteront bien des difficultés.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. -- IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 6. N° 496. Samedi 12 Décembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le pont en arc de la Cerveyrette, à Briançon (*planche VII*), p. 85 ; Foris. — **Art militaire** : Essais de canons Canet de 32 centimètres, de 40 calibres, montés en tourelle barbette, p. 89, P. Merveilleux du Vignaux. — **Études économiques** : La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes (*suite*), p. 94 ; A. Gibon. — **Sciences** : Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques (*suite et fin*), p. 97 ; Paul Terrier. — **Chemins de fer** : Statistique des accidents de chemin de fer (*suite*), p. 99 ; V. Turquan. — **Informations** : Académie des Beaux-Arts, p. 102 ; — Fabrication des vins mousseux, p. 102 ; — Action de la lumière solaire sur le vin, p. 103 ; — La fabrication du verre opale, p. 103 ; — Tricycle électrique, p. 103 ; — Essais d'un canon à tir rapide du système Hontoria, p. 103 ; — V° Congrès international de navigation intérieure, Paris 1892, p. 103.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 20 novembre 1891, p. 104 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 26 octobre 1891, p. 104 ; G. Petit. — Société industrielle du Nord de la France, 1891, p. 104.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 104.

Planche VII : Le pont en arc de la Cerveyrette, à Briançon.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT EN ARC DE LA CERVEYRETTE, A BRIANÇON

(Planche VII.)

Vers le milieu de l'année 1888, le chef du Génie de Briançon (Hautes-Alpes), sur l'autorisation du Ministre de la Guerre, mettait au concours le projet de construction d'un pont à jeter sur le torrent de la Cerveyrette, et destiné à mettre en communication directe le fort des Têtes et le fort Bayard. Ces forts sont l'un en face de l'autre, sur deux sommets séparés par une gorge profonde qui sert de lit au torrent. Ils n'étaient reliés jusqu'alors que par une route fort longue, se développant sur les flancs du ravin jusqu'à la vallée de la Durance, à laquelle vient aboutir le torrent de la Cerveyrette.

L'endroit choisi, à mi-coteau, pour l'établissement du pont présentait l'avantage d'être situé en un point (à la cote + 1 400) où la gorge est très resserrée et les lacets de la route relativement rapprochés. Il en résultait un raccourcissement de cinq à six kilomètres dans la distance à parcourir entre les deux forts.

La gorge à franchir avait au niveau de la route une ouverture de 75 mètres sur une profondeur de 85 mètres.

Par raison d'économie, l'administration de la Guerre demandait un tablier platelé en bois, laissant aux constructeurs le choix du système de poutres à adopter.

Huit projets concurrents furent examinés par la section technique du Génie, qui en retint deux présentés par les mêmes constructeurs.

En raison du faible poids mort de l'ouvrage, par rapport à la surcharge, condition résultant de la chaussée en bois, le premier projet comportait un tablier supérieur s'appuyant sur le dos de deux arcs élastiques en forme de croissant et à rotules.

La variante présentée au deuxième projet indiquait un tablier supérieur à chaussée macadamisée, s'appuyant sur le dos de deux arcs élargis aux retombées et dits à culées fixes.

Cette dernière solution, plus satisfaisante comme aspect et préférable sous le rapport de la stabilité, n'était applicable qu'en donnant au poids mort une importance considérable, relativement aux surcharges accidentelles (condition réalisée par l'emploi d'une chaussée empierrée).

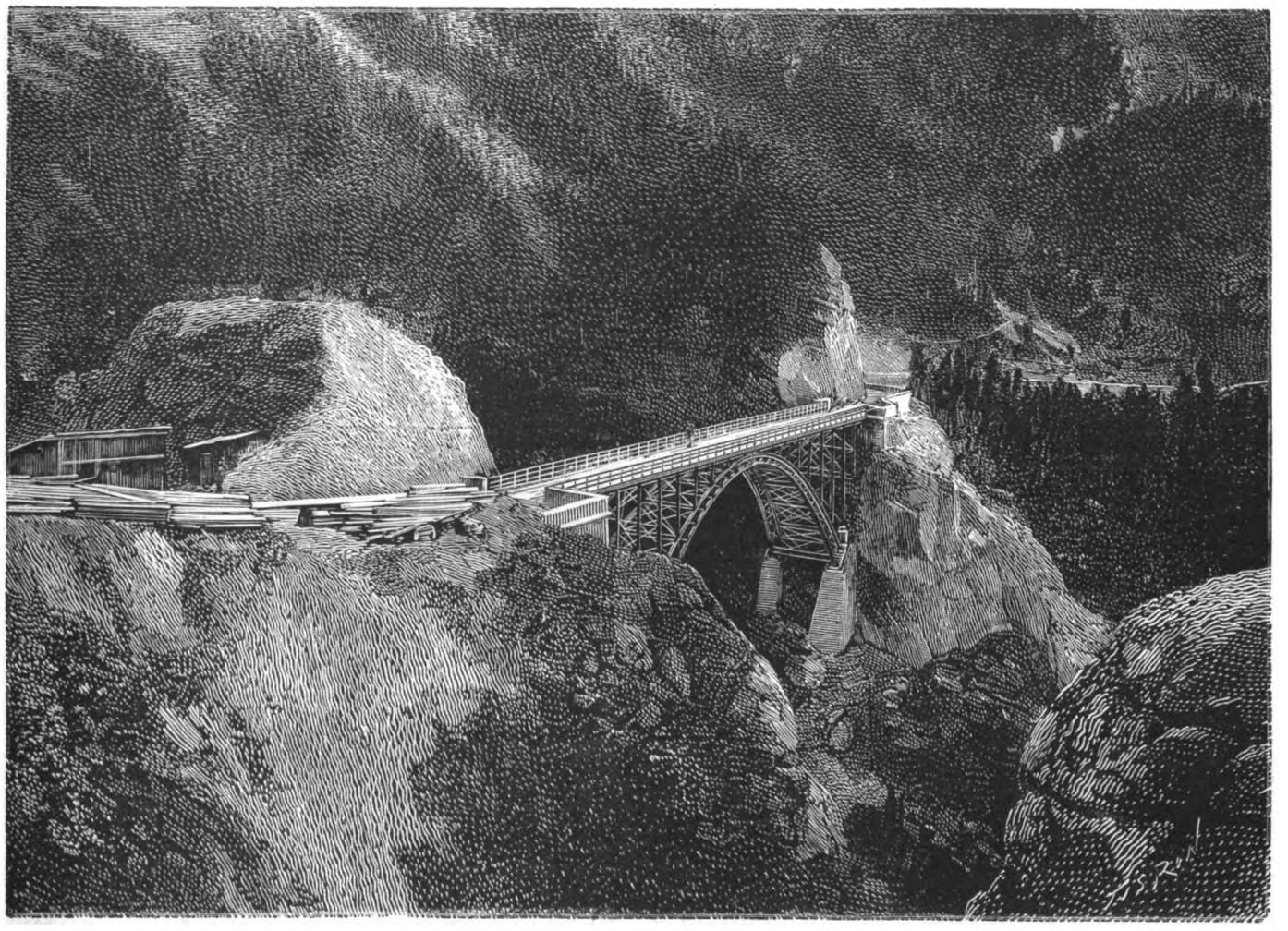


Fig. 1. — Le pont en arc de la Cerveyrette (d'après une photographie).

La différence, relativement peu considérable, du coût des deux projets, décida la section technique du Génie à adopter la variante proposée, et il fut résolu :

1° Que le pont à établir serait du système à arcs métalliques en forme de parabole dits à culées fixes, soutenant un tablier de 4 mètres de largeur, dont 2m 50 de voie charretière et deux trottoirs de 0m 750 chacun ;

2° Que le tablier serait recouvert d'une aire macadamisée ;

Digitized by Google

3° Que la résistance de l'ouvrage devrait satisfaire à toutes les conditions du règlement.

Description de l'ouvrage. — On a vu plus haut que l'ouverture à franchir nécessitait un tablier de 75 mètres de longueur. Par suite de

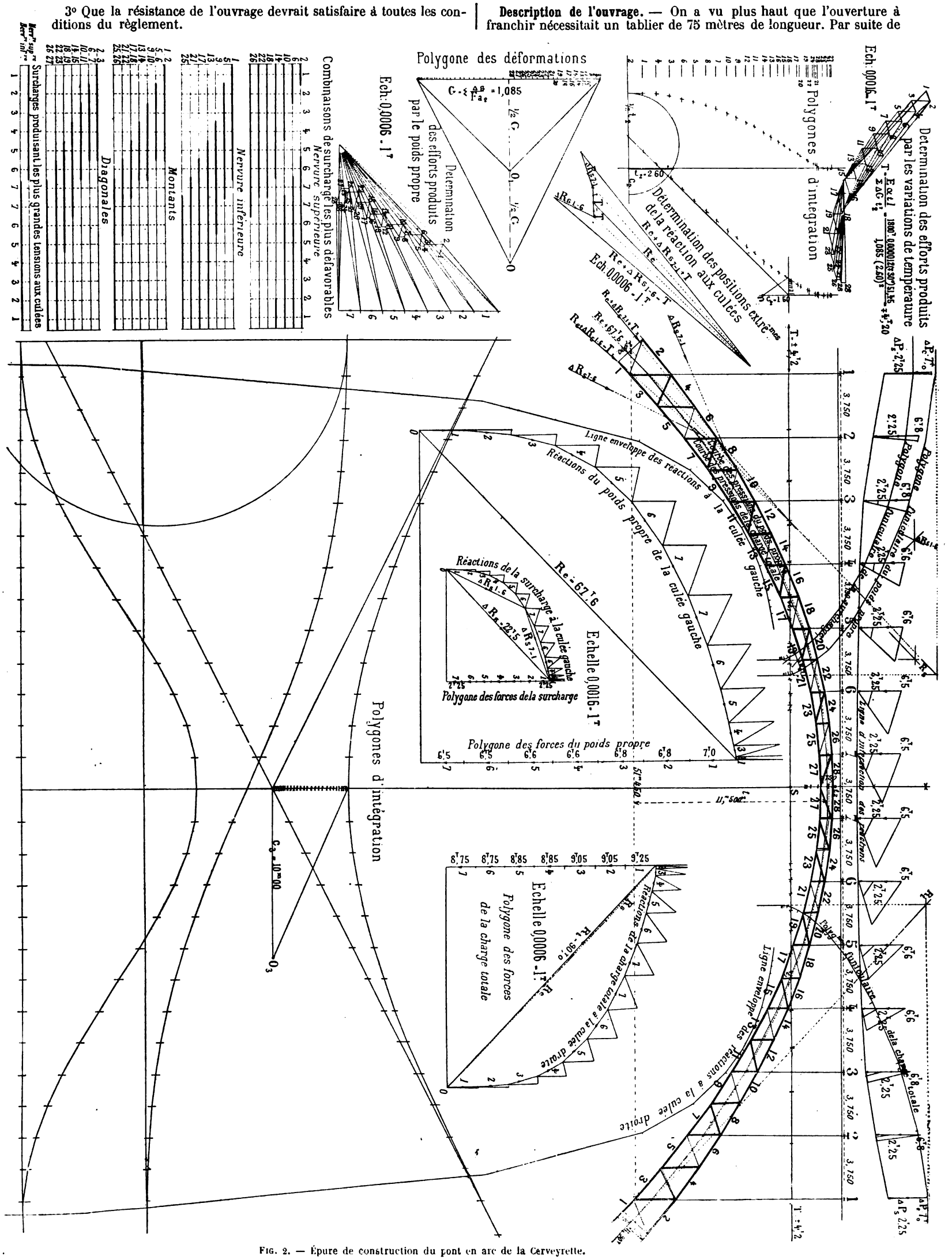


FIG. 2. — Épure de construction du pont en arc de la Cerveyrette.

Digitized by Google

la forme de la gorge qui va en se rétrécissant, on a admis une ouverture de 52m 50 entre les axes des culées en maçonnerie des arcs ; il en résulte que ceux-ci ont une corde théorique de 51m 45 avec une flèche moyenne de 11m 50, soit un rapport de $\frac{1}{4,5}$ de la flèche à la corde, très favorable à l'économie du métal.

Les deux arcs sont de forme parabolique à treillis ; leur hauteur est de 0m 750 à la clef et de 2 mètres aux appuis. Ils sont inclinés l'un contre l'autre avec un écartement de 3m 600 au sommet et de 6 mètres aux appuis. Des montants verticaux en forme de chevalets croisillonnés, espacés de 3m 75 transmettent aux arcs le poids du tablier supérieur. Au delà des arcs, ces chevalets reposent sur des dés en maçonnerie.

Les deux arcs sont solidement réunis au droit de ces montants, par des entretoises croisillonnées ; en outre, un contreventement, fixé dans le plan de l'extrados, assure la rigidité de l'ensemble.

Les nervures inférieures et supérieures des arcs transmettent la charge aux appuis par l'intermédiaire de sabots en fonte, et un système de clavetage à coins permet de régler le serrage et d'assurer ainsi une juste répartition de la charge.

Conformément au programme, les données qui ont servi de base aux calculs sont les suivantes :

Une surcharge de 300 kilogr. par mètre carré, ou bien une file de voitures de 8 tonnes à deux essieux ou de 6 tonnes à un essieu.

Pour le calcul des arcs on a adopté la surcharge de 300 kilogr., soit pour une largeur de 4 mètres, 1 200 kilogr. au mètre courant de pont.

Le poids propre de la construction métallique joint à celui de la chaussée empierrée donne un total de 3 500 kilogr. par mètre courant de pont. Chaque arc supporte donc par mètre courant :

1 750 kilogr. de poids propre ;
600 — de surcharge.

Le calcul de l'arc à culées fixes a été effectué par la méthode graphique.

L'arc n'ayant aucune articulation, les lois de l'équilibre sont insuffisantes à déterminer les efforts qu'engendrent dans ses éléments les forces extérieures ; il faut avoir recours pour cela aux lois de l'élasticité, à l'aide desquelles on parvient à déterminer d'une façon exacte les réactions qui résultent de chacune de ces forces extérieures.

Dans ce but, on a tout d'abord déterminé pour chaque élément d'arc, les quantités $\frac{\Delta s}{F a^2}$ proportionnelles aux déformations (Δs = longueur d'un élément, F sa section, a sa distance au nœud de treillis opposé). Les valeurs obtenues ont été portées sur l'épure en polygone des forces ; et sur ce polygone, en supposant ces valeurs transformées en forces et appliquées soit horizontalement, soit verticalement aux nœuds de treillis correspondants, on a tracé les cinq polygones funiculaires désignés sur l'épure sous le nom de polygones d'intégration. C'est en effet une intégration des déformations opérée par le procédé graphique. Au point s, on a obtenu le centre des déformations de l'arc.

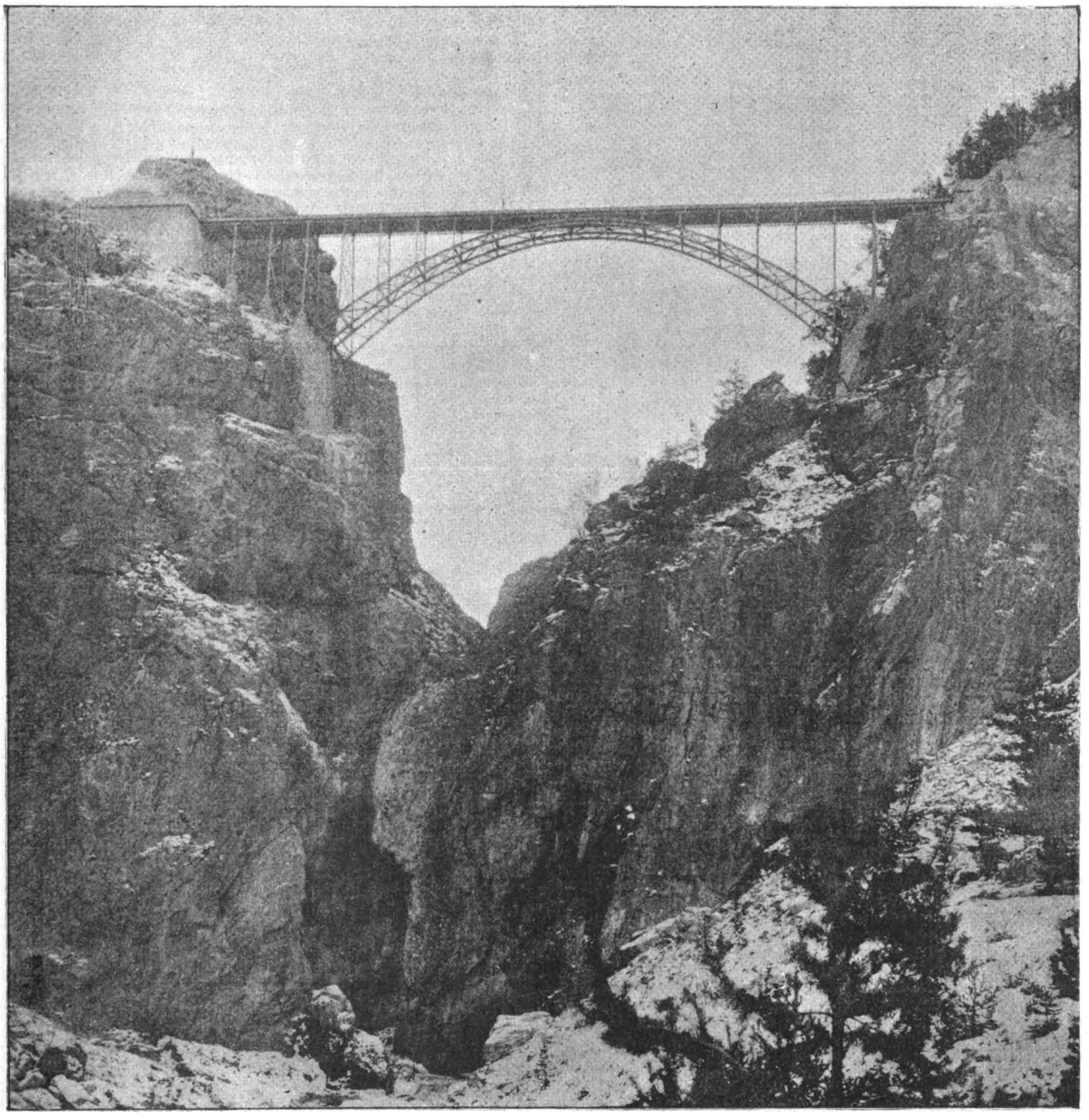


Fig. 3. — Vue générale du pont en arc de la Cerveyrette (d'après une photographie).

Digitized by Google

Ces opérations ont permis de déterminer pour chaque force extérieure verticale la position exacte des réactions correspondantes à chaque culée ; on a obtenu ainsi la *ligne d'intersection* et la *ligne enveloppe* des réactions.

La détermination des courbes des pressions, ainsi que celle des efforts dans les éléments de l'arc, n'est plus dès lors qu'une simple affaire de statique. On voit, dans l'épure, que les courbes des pressions, soit du poids propre, soit de la charge totale, s'éloignent fort peu de l'axe de l'arc ; elles passent aux retombées, à $0^m 160$ environ au-dessous de cet axe, pour se relever peu à peu et passer un peu au-dessus à la clef.

La détermination des efforts produits par le poids propre a été effectuée par une simple décomposition graphique des forces extérieures, en partant de la réaction totale.

Quant aux efforts résultant des surcharges, leur détermination nécessite préalablement celle des combinaisons de surcharge les plus

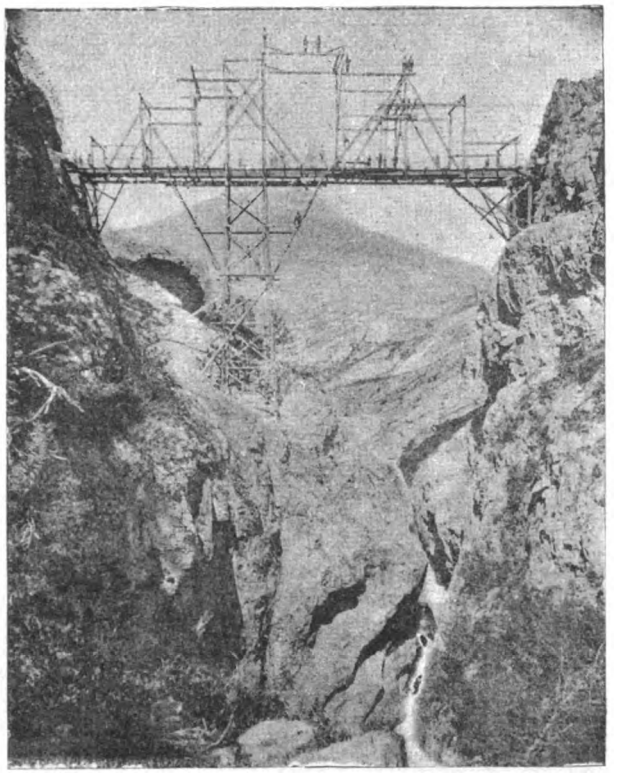


Fig. 4. — L'échafaudage du pont de la Cerveyrette.

défavorables pour chaque élément de l'arc. Le tableau de ces combinaisons est facile à dresser si l'on se reporte aux courbes d'intersection et enveloppe des réactions, qui permettent d'apprécier d'emblée dans quel sens chaque force extérieure influe sur l'élément considéré. Une simple décomposition de la réaction partielle combinée aux charges défavorables, donne alors l'effort maximum cherché.

Il a été tenu compte enfin des efforts assez considérables produits par les variations de température.

L'arc tend à se déformer par le retrait ou la dilatation, mais ses retombées devant rester fixes, la force nécessaire pour les maintenir dans une position immuable, aura une direction horizontale et sera appliquée au centre des déformations de l'arc. Sa grandeur se calcule au moyen de la formule fondamentale donnant la mesure des déformations dans le sens horizontal ; elle est égale à $\pm$ 4'2 pour une variation de température de $\pm$ 30 degrés.

Cette force a été décomposée graphiquement suivant les directions de chaque élément de l'arc. Les résultats des divers efforts produits par le poids propre, la surcharge et la température sont consignés sur l'épure dans le tableau des efforts, pour chaque élément d'arc (nervures, montants et diagonales). Le travail spécifique du métal indiqué en tonnes par centimètre carré, reste partout dans la limite de 6ᵏ0 kilogr. par centimètre carré adoptée généralement.

Les effets de la surcharge partielle d'une moitié de l'arc, combinés à ceux de l'abaissement de température, produisent dans la nervure supérieure à la retombée, des efforts de tension qui tendent à détruire la compression provenant du poids mort. Il était bon de s'assurer que l'effort total dans cette partie ne pourrait en aucun cas devenir une tension, car cela aurait pour effet de faire abandonner ses cales à la nervure supérieure, et l'arc travaillerait alors dans de mauvaises conditions.

Dans ce but, on a tracé sur l'épure les positions extrêmes de la réaction aux culées, dans les cas de surcharge et de température les plus défavorables. Il en résulte qu'au cas limite, la ligne des pressions ne sortant pas de l'appui, l'effort dans la nervure supérieure ne devient jamais une tension ; encore moins dans la nervure inférieure dans les cas de surcharge et de température opposés. L'arc a donc dans tous les cas ses appuis absolument fixes, par suite de la hauteur de 2 mètres admise aux retombées, et de la grande importance du poids mort par rapport à la surcharge.

La résistance au renversement contre le vent a été assurée, comme il a été dit plus haut, par l'inclinaison des deux arcs ; une simple équation permet de calculer l'écartement nécessaire aux retombées.

Les montants-chevalets transmettent aux nœuds de treillis de l'arc, la charge du tablier supérieur ; par suite de leur travail à la compression sur de grandes longueurs abandonnées, ils ont été calculés soigneusement en tenant compte du flambage.

Le tablier se compose de deux poutres croisillonnées et contreventées servant principalement à entretoiser l'extrémité supérieure des chevalets. Les pièces de pont établies au droit de ces derniers et au milieu de leurs intervalles, ainsi que les trois files de longerons secondaires, ont été calculés comme à l'ordinaire pour les cas de surcharge les plus défavorables des données du programme.

L'empierrement de la chaussée est soutenu par des fers zorès arrondis de 220×80 millimètres, pesant 15 kilogr. le mètre, placés côte à côte.

Des zorès plus petits soutiennent les trottoirs cimentés. Les dessins donnent les dimensions des pièces entrant dans la composition du pont.

Le poids total de la partie métallique de l'ouvrage est de 120 tonnes. Les deux arcs entretoisés et contreventés entrent dans ce poids pour 40 tonnes, soit le tiers du poids total.

Cet ouvrage a été achevé pendant l'automne de 1889 et le calage des arcs a été fait à une température un peu supérieure à zéro en s'assurant, au son, du degré égal de serrage des clavettes.

La profondeur du ravin rendait particulièrement difficile la construction de l'échafaudage destiné à soutenir les arcs pendant leur assemblage, système que, dans le cas particulier, on a jugé plus sûr que l'opération du montage en porte-à-faux. La forme dissymétrique de la gorge a permis de tailler dans le rocher une plate-forme de 8 mètres sur 6 mètres pour servir de base à un pylone de 37 mètres de hauteur soutenant à 25 mètres une passerelle de 8 mètres de largeur, ainsi que les chevalets destinés à supporter l'arc pendant le montage.

Pour empêcher l'ensemble de l'échafaudage de se renverser sous l'action du vent, le pylone a été amarré de chaque côté par deux câbles s'attachant au rocher. Les différentes pièces de l'échafaudage ainsi que les tronçons de la partie métallique ont été apportés à leur place respective au moyen d'un système de palans manœuvrés de la rive et suspendus à un câble métallique jeté par-dessus le ravin.

En raison des circonstances particulières, la préparation de l'ouvrage a dû se faire à l'atelier avant la construction de la passerelle

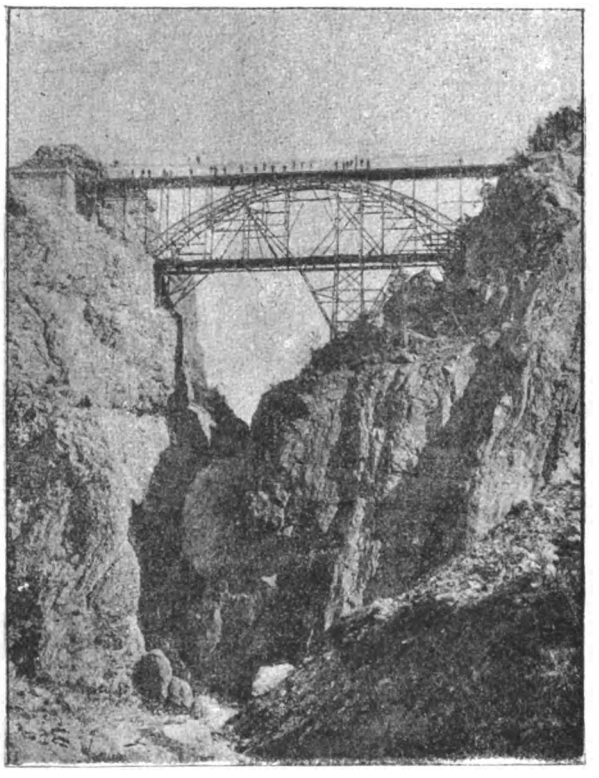


Fig. 5. — Montage de l'arc métallique.

de service, de sorte que les mesures exactes à relever sur place ont nécessité une série d'opérations de triangulation particulièrement difficiles et dangereuses.

Résumé des poids.

2 arcs entretoisés et contreventés	Kilogr.	39.600
Chevalets supportant le tablier supérieur		16.400
Tablier supérieur		39.900
Platelage en fer zorès		17.800
Garde-corps		4.300
Plaques d'assise des arcs		2.000
POIDS TOTAL DU PONT	Kilogr.	120.000

Les travaux dont nous venons de nous occuper sont dus à la haute initiative de M. le commandant Baldy, alors chef du Génie de la place de Briançon.

Digitized by Google

Ils lui font le plus grand honneur ainsi qu'aux constructeurs de l'ouvrage, MM. Patiaud, Lagarde et Cie, constructeurs à Lyon; ces Messieurs ont su triompher de toutes les difficultés résultant d'un emplacement exceptionnel, en même temps qu'ils ont hardiment lancé dans l'espace un arc métallique rempli de légèreté et d'élégance.

• FORIS.

ART MILITAIRE

ESSAIS DE CANONS CANET

de 32 centimètres, de 40 calibres, montés en tourelle barbette.

En 1887, le Gouvernement Japonais ayant décidé la construction de 3 garde-côtes de 4200 tonneaux, commanda à la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée deux de ces navires, l'*Itsukushima* et le *Matsushima* qui furent construits par les Chantiers de la Seyne. L'exécution du troisième garde-côtes, l'*Hashidate*, a été réservée à l'arsenal d'Osaka, au Japon. Les deux premiers bâtiments, identiques à quelques détails près, ont été exécutés par M. Lagane sur les plans de M. Bertin, Ingénieur de la Marine, détaché en mission auprès du Gouvernement Japonais. L'artillerie entre pour 640 tonneaux dans l'exposant de charge de ces navires.

Chacun de ces bâtiments est armé d'un canon Canet de 32 centimètres, de 40 calibres, tirant en tourelle barbette, et approvisionné à 60 coups de munitions.

Cet armement est complété par un certain nombre de canons à tir rapide Armstrong et Hotchkiss.

C'est à la suite d'un concours technique auquel avaient pris part Krupp, Armstrong et plusieurs constructeurs français en envoyant leurs offres, que le Gouvernement Japonais donna la préférence aux canons de 32 centimètres Canet.

Le canon pour tourelle barbette auquel se rapporte la description qui suit est placé à l'avant dans l'un des navires construits à la Seyne et à l'arrière dans l'autre. La tourelle est cuirassée de plaques en acier de 30 centimètres d'épaisseur. Le tube central pour le passage des munitions est également cuirassé de plaques de 25 centimètres, depuis le pont blindé jusqu'au pont supérieur sur lequel repose la tourelle elle-même.

Un modèle, en vraie grandeur, du canon monté sur sa tourelle était exposé dans le pavillon de la Guerre en 1889, à l'Esplanade des Invalides.

Le canon Canet de 32 centimètres (fig. 1 à 6) de 40 calibres de longueur totale qui arme cette tourelle pèse 66 tonnes. Il est entièrement en acier. Le tube s'étend, d'un bout à l'autre de la pièce, sur une longueur de 12m 80. Des manchons à agrafes viennent étreindre l'avant et l'arrière de la bouche à feu, établissant une solidarité étroite entre les divers éléments et donnant une résistance égale dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. La pièce est, en outre, renforcée au moyen de nombreuses frettes qui s'étendent jusqu'à l'extrémité de la volée. Le canon ne porte pas de tourillons; il est encastré par des frettes à adents dans le berceau de l'affût.

La chambre, dans laquelle vient se placer la gargousse, a un diamètre plus grand que celui de l'âme et permet l'emploi de fortes charges. Les rayures sont à pas progressif; elles ont une inclinaison

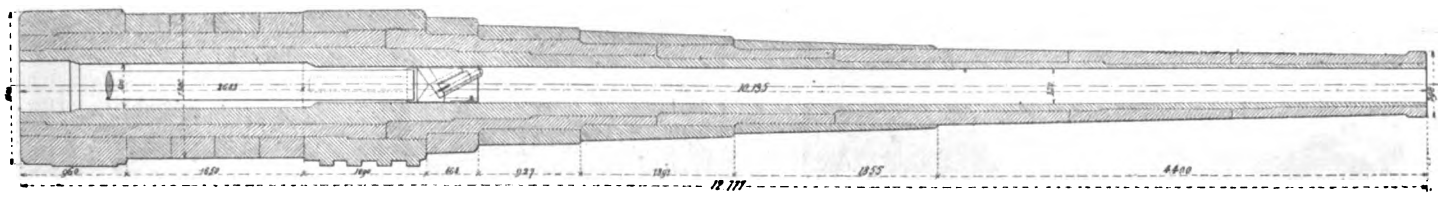


FIG. 1. — Coupe du canon Canet de 32 centimètres, de 40 calibres.

finale permettant de donner au projectile une vitesse de rotation convenable et de lui donner une grande stabilité sur sa trajectoire.

La fermeture de culasse s'obtient au moyen de la vis aux filets interrompus. Cette vis est munie d'un obturateur plastique, d'un tracé spécial, qui empêche toute fuite des gaz et permet en même temps une grande facilité de manœuvre résultant de l'élasticité de l'armature.

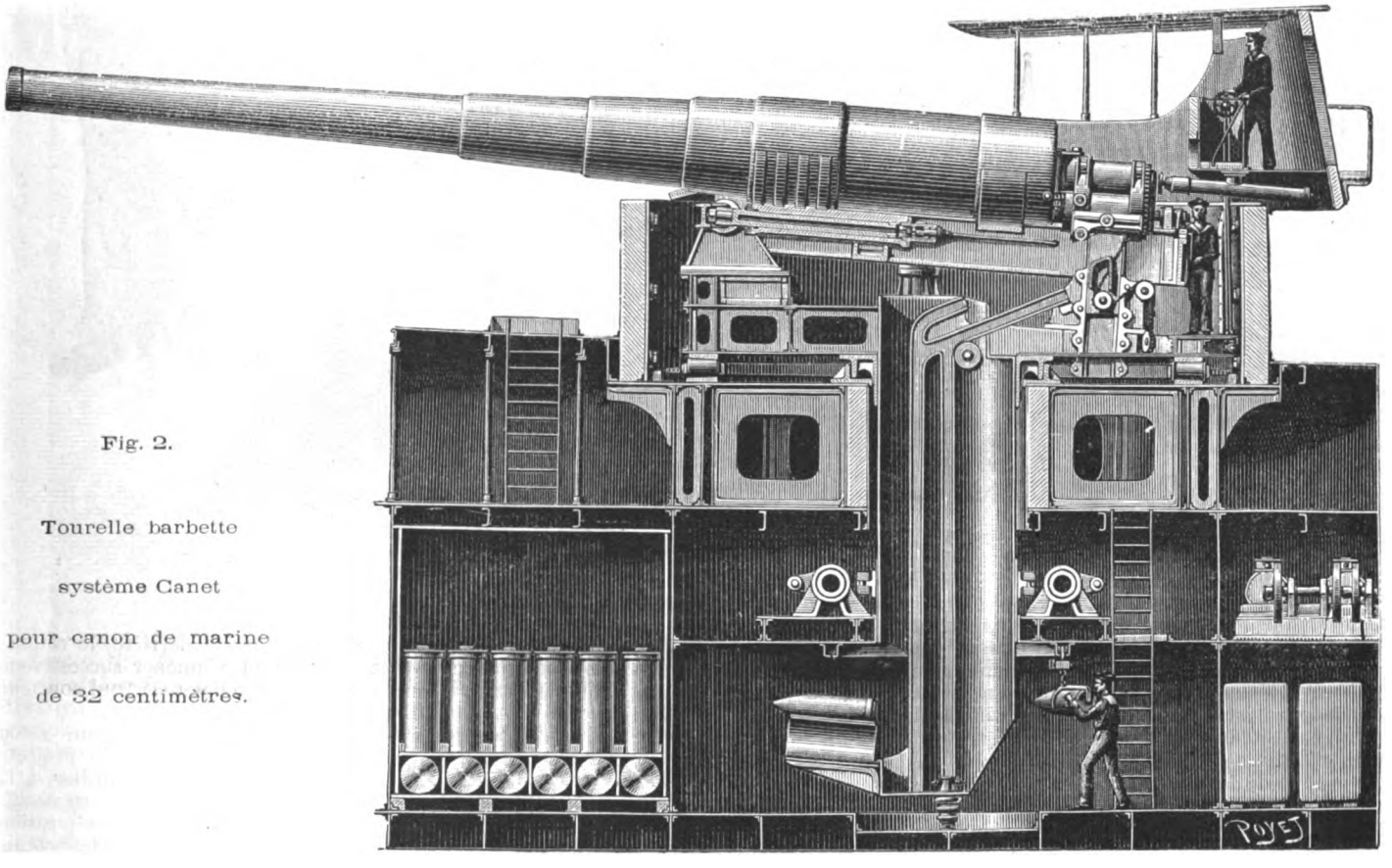


Fig. 2.

Tourelle barbette système Canet pour canon de marine de 32 centimètres.

La vis de culasse est manœuvrée au moyen d'organes mécaniques.

Le servant, placé sur le côté, agit sur une manivelle, qu'il tourne constamment dans le même sens. Le mouvement produit d'abord la rotation de la vis-culasse autour de son axe, puis le déplacement de cette vis, vers l'arrière, sur la console, et enfin la rotation de l'ensemble tout entier, vis et console, autour de l'axe de cette dernière. La fermeture s'opère en agissant en sens inverse sur la manivelle. Ce système diminue beaucoup l'effort à exercer; il a, de plus, l'avantage de ne pas nécessiter l'action successive sur plusieurs manivelles et de bien dégager l'arrière du canon pour le chargement.

Digitized by Google

Toutes ces manœuvres peuvent être faites par un canonnier inexpérimenté.

Avec ces organes, il n'est pas nécessaire d'avoir recours aux appareils hydrauliques. C'est une simplification très appréciable.

Grâce aux dispositions adoptées pour l'affût, on a pu réduire à 7m 20 le diamètre de la tourelle, à l'intérieur de la cuirasse, et rendre très faible l'excentricité des poids de la partie tournante.

Le berceau qui forme affût et reçoit le canon, porte à sa partie inférieure les freins hydrauliques. Il glisse sur un châssis. Ce châssis pivote lui-même autour de tourillons portés par une plate-forme mobile sur laquelle reposent également les presses destinées à élever ou à abaisser le châssis pour le pointage vertical. Le châssis est formé de deux longerons en acier moulé formant glissières et réunis par trois entretoises.

A l'avant se trouvent les deux tourillons qui reposent sur les supports faisant corps avec la plate-forme de la tourelle.

Le frein se compose de deux cylindres hydrauliques avec contre-tige centrale du système Canet. Au milieu est le cylindre intermédiaire pour le retour en batterie.

Dans le frein à contre-tige centrale, l'écoulement du liquide se fait par un orifice annulaire ménagé à l'intérieur de la tige du piston.

Le fonctionnement de ce frein est d'une régularité exceptionnelle. En maintenant une pression sensiblement constante dans les cylindres, et en évitant, par là même, les à-coups, il n'impose à l'affût que le minimum de fatigue.

Au centre de la tourelle, un puits vertical blindé met la plate-forme de chargement en communication avec l'étage des soutes, au-dessous du pont cuirassé, où se trouve l'approvisionnement des pièces en munitions.

Le monte-charge est installé dans le tube central, mobile avec la plate-forme, et suit le canon dans tous ses mouvements en direction. C'est là une disposition originale imaginée par M. Canet et appliquée pour la première fois par lui sur les canonnières françaises *Achéron*, *Styx*, *Phlégeton*, *Cocyte*, sur les cuirassés le *Marceau* et le *Pelayo*. Elle permet d'amener le projectile et la charge jusqu'à l'arrière de la chambre du canon, quelle que soit, du reste, l'orientation de la pièce.

Le tube de passage est encastré dans un pivot fixé au pont du navire; à sa partie inférieure, il porte la couronne dentée sur laquelle vient agir la chaîne de pointage latéral. Cette chaîne est actionnée au moyen de presses hydrauliques situées au-dessous du pont cuirassé.

La charge de poudre est divisée en deux demi-gargousses qui sont prises dans les soutes et sont, ainsi que le projectile, transportées jusqu'à la partie inférieure du tube au moyen d'un chariot monté sur rails.

Le chariot à munitions est saisi par un palan et descendu jusqu'au niveau d'un berceau à 3 cases rendu solidaire du tube et tournant avec lui.

C'est de ce berceau que les pourvoyeurs font glisser les munitions dans le porte-charge révolver, puis on met en marche un monte-charge hydraulique à chaîne. Le monte-charge commence dans le tube central son mouvement d'ascension pendant lequel il est maintenu par des guides en acier qui s'infléchissent en arrivant à la hauteur de la plate-forme. Ce monte-charge évite ainsi l'arrière du canon. Il s'élève ensuite verticalement, entraîné par un coulisseau, jusqu'à la hauteur de la culasse. Un taquet de sûreté empêche alors le porte-charge de redescendre, tant que le chargement n'est pas terminé.

Le monte-charge est manœuvré par deux presses mouflées placées sur le plancher supérieur de la plate-forme; les chaînes passent sur des poulies de renvoi et vont s'attacher au support du porte-charge.

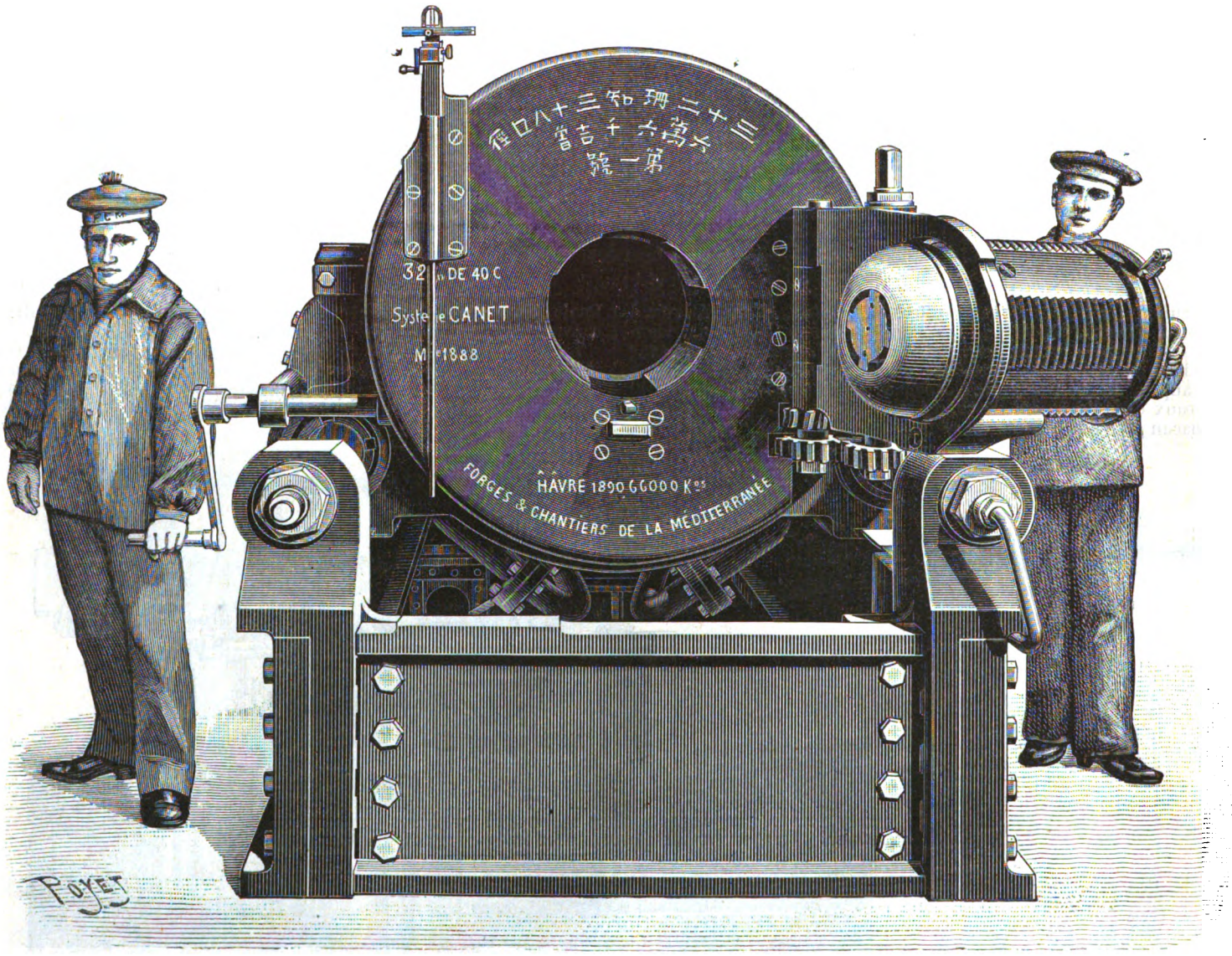


FIG. 3. — Le canon Canet de 32 centimètres. Ouverture de la cuisasse.

Lorsque le porte-charge revolver est arrivé derrière le canon, les servants le font tourner à la main, afin d'amener successivement, en face de la chambre du canon, chacune des cases qui contiennent le projectile et les deux demi-gargousses.

On se sert, pour la mise en place des munitions, d'un refouloir télescopique à eau sous pression: après avoir enfoncé le projectile à bloc, le servant peut, en agissant sur une poignée, limiter, à l'aide d'un dispositif spécial, la course pour le refoulement successif des gargousses. Le refouloir revient ainsi de lui-même à sa position de repos. On évite de cette façon les chocs et les trop fortes compressions, qui briseraient les grains de poudre et détérioreraient la charge.

Une porte ferme le tube à la partie supérieure et isole ainsi la plate-forme et les soutes du navire. De cette façon, il n'y a pas à redouter que des fuites de gaz ou un éclatement de projectile à la partie supérieure communiquent le feu aux soutes.

Cette porte se manœuvre automatiquement. Elle livre passage au porte-charge pendant la montée et se referme dès qu'il est redescendu dans le tube central.

La tôlerie de la tourelle se compose de la plate-forme tournante, constituant une sorte de tambour formé de deux planchers réunis par une poutre circulaire creuse, par des poutres longitudinales et par une série d'entretoises rayonnantes qui sont assemblées avec la partie supérieure du tube pivot.

Digitized by Google

La tourelle tout entière repose, par l'intermédiaire d'une couronne de galets, sur une circulaire en acier moulé fixée au pont du navire.

Sur le plancher supérieur sont montés les supports de la carapace, qui se composent de deux poutres longitudinales parallèles aux longerons du châssis, d'un anneau circulaire sur le pourtour de la tourelle et des entretoises rayonnantes reliant les poutres longitudinales et l'anneau circulaire.

La carapace elle-même se compose d'une plaque d'acier de 50 millimètres d'épaisseur, qui protège toute la partie supérieure de la tourelle et porte une seule ouverture pour le passage du canon.

Son inclinaison, très grande à l'avant, permettrait aux projectiles de canons de petit calibre et aux éclats d'obus de ricocher sans pénétrer à l'intérieur de la tourelle.

A l'arrivée, enfin, se trouve la guérite du pointeur, cuirassée de plaques de 110 millimètres et munie à l'avant d'une visière de protection.

Debout sur la plate-forme de la guérite, le pointeur a sous la main les différents organes de pointage en hauteur et en direction.

de cette tourelle marine, dans laquelle tous les organes sont parfaitement agencés.

Quant au chargement par tube central, il assure une facilité et une rapidité de manœuvre exceptionnelles.

Dans la plupart des autres systèmes, en effet, il est nécessaire de ramener la tourelle dans une orientation déterminée pour pouvoir effectuer le chargement, à cause de la position excentrée du puits du monte-charge. Il en résulte évidemment une très grande perte de temps, qui nuit à la rapidité et à la précision du tir, puisqu'à chaque coup il faut de nouveau chercher la direction du but.

Dans la tourelle Canet, la pièce reste au contraire à la position de tir, et le pointeur n'a d'autre préoccupation, pendant que l'opération du chargement se poursuit, que de régler constamment le pointage, de manière à tenir l'objectif sans cesse dans la ligne de mire.

Le canon a été construit dans les ateliers de la Société des Forges et Chantiers, au Havre, sous la direction de M. le commandant Roger. L'affût a été construit également au Havre, dans les ateliers

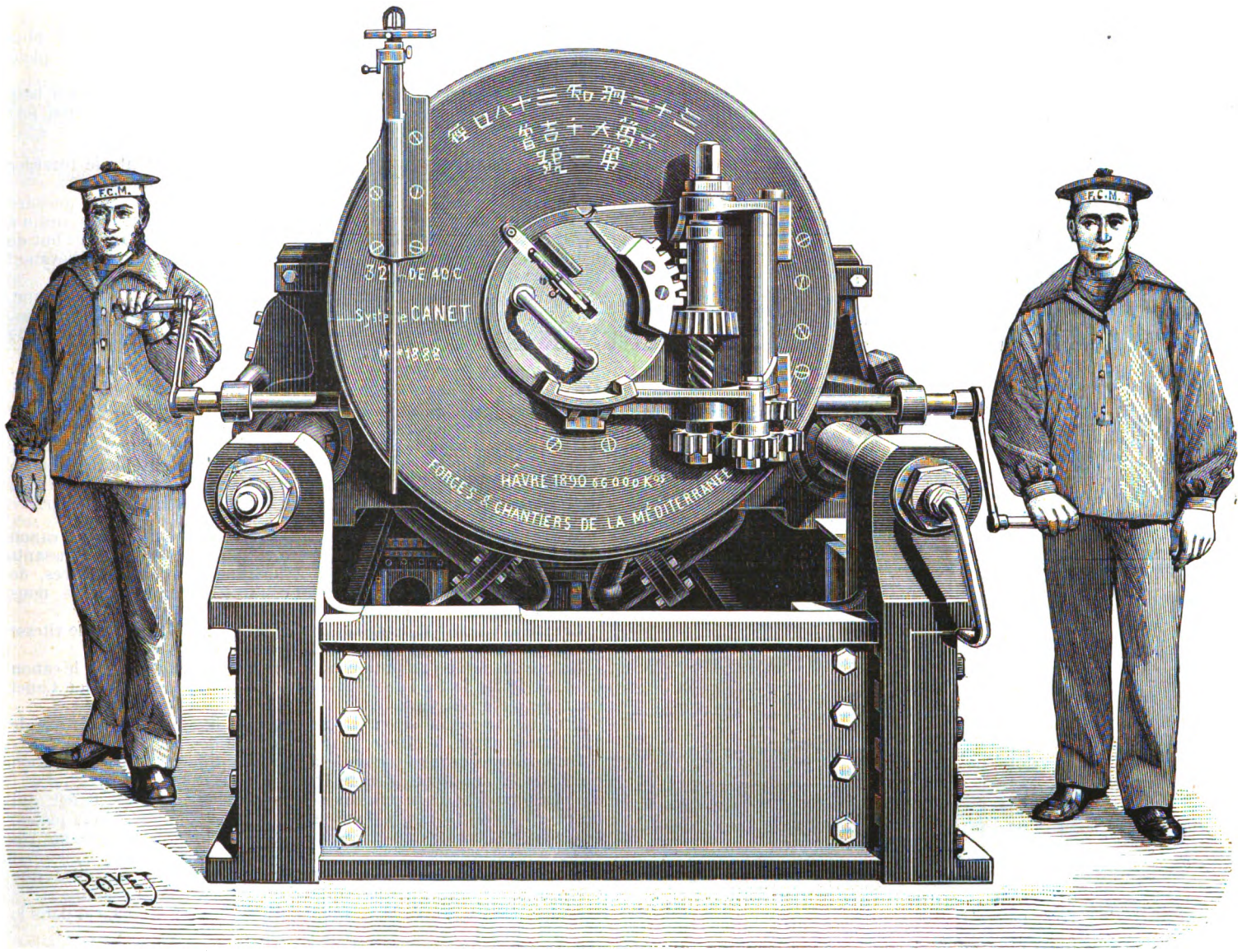


FIG. 4. — Le canon Canet de 32 centimètres. — La culasse fermée.

Toutes les manœuvres se font à l'aide de l'eau sous une pression de 80 atmosphères, fournie par une pompe à vapeur donnant 300 litres par minute; cette pompe peut du reste, en cas d'avarie, être remplacée par une pompe à bras, qui suffit pour faire les manœuvres les plus importantes.

L'appareil de distribution de l'eau sous pression est placé sur la plate-forme ainsi que les leviers de commande agissant sur des tiroirs de distribution à double ou simple effet, permettant d'opérer la mise en batterie et hors de batterie, de mettre en marche le monte-charge, etc.

Les organes de manœuvre sont à portée des servants et il n'y a par conséquent que très peu d'ordres à transmettre pendant le tir, chacun étant à sa place, et les principales fonctions étant dévolues au pointeur lui-même.

En outre, ces organes sont munis d'appareils de sécurité qui empêchent toute manœuvre prématurée et ne permettent d'actionner un levier de commande qu'au moment voulu et quand il ne peut en résulter aucun accident.

Ainsi, le porte-charge ne peut monter que lorsque le canon est en batterie, et dans la position de chargement avec la culasse ouverte.

Toutes ces dispositions constituent un des plus sérieux avantages de la Société, sous la direction de M. Landeau. La tôlerie et les appareils hydrauliques ont été faits à la Seyne, sous la direction de M. Lagane.

Il avait été stipulé dans le marché qu'après achèvement et avant le montage à bord, chacun des canons serait soumis à une épreuve de tir de vingt coups à terre.

Ces essais ont été faits d'après les indications du marché avec la première bouche à feu, au polygone de la Société, à la pointe du Hoc, près du Havre.

L'affût avait été installé sur une plate-forme en fonte et en tôlerie. Il reposait à l'avant sur les supports de châssis et à l'arrière sur les pots de presse de pointage en hauteur, encastrés dans la plate-forme.

Le montage a pu être mené très rapidement avec le pont roulant de 100 tonnes qui se trouve au polygone.

Les tirs se faisaient dans une chambre à sable, la pièce étant horizontale.

Deux appareils chronographiques « Le Boulengé-Bréger » avaient été disposés sur le passage du projectile, à 50 mètres et à 100 mètres de la bouche, de façon à mesurer très exactement les vitesses initiales à 75 mètres et à pouvoir se contrôler l'un l'autre.

Digitized by Google

L'enregistrement des vitesses de recul était obtenu au moyen du vélocimètre « Sébert ».

Le programme comportait, ainsi qu'il a été dit plus haut, vingt coups à différentes charges.

Après les tirs du premier canon, la Commission japonaise jugea que le fonctionnement était très satisfaisant ; par suite, le nombre de coups à tirer fut réduit à treize pour le canon n° 3 et à six pour le canon n° 2.

On a fait usage soit de poudre PB_1 prismatique brune, réglementaire, de fabrication française, soit de poudres sans fumée à base de fulmi-coton désignées par les initiales BN et BN_1.

Les charges étaient divisées en deux demi-gargousses enfermées dans des sachets en serge.

La mise de feu se faisait au moyen d'étoupilles obturatrices à percussion.

Le tableau ci-joint indique le résultat des tirs exécutés avec ce canon.

Expériences de tir faites avec le canon Canet de 32 centimètres de 40 calibres n° 1, en janvier et février 1891.

Poids du projectile.	Nature de la poudre.	Poids de la charge.	Vitesse initiale.	Pression.	Perforation en centimètres de fer forgé.	Observations.
kilogr.		kilogr.	mètres.			
346	PB_1 S 3e lot 1890.	119,900	605	670	»	1er tir, 22 janvier.
346	—	139,450	547	888	»	—
348	—	160,050	500	1.370	»	—
345,5	—	159	596	1.410	»	—
448	—	159,450	546	1.560	77,4	2e tir, 23 janvier.
448	—	179,700	575	1.550	83,3	—
448	—	190,300	613	2.089	92,5	—
452	—	200,700	635	2.205	97,7	—
455	—	224,200	655	2.292	102,4	3e tir, 24 janvier.
447	—	240	679	2.575	108,3	—
350	B N_1	100	518,7	758	»	4e tir, 27 janvier.
451,5	—	110	552,8	1.221	78,9	—
447	—	120	592,6	1.408	87,9	—
452	—	130	658,3	1.962	103,2	—
451,5	—	135	701,7	2.392	113,9	5e tir, 28 janvier.
448,5	—	138	696,7	2.140	112.7	—
469	P B_1 S	245	689,6	2.439	114.7	—
448,5	—	255	703,6	2.669	114,5	—
449	B N 6e lot 1890.	103	632	1.655	96,9	6e tir, 30 janvier.
450,5	P B_1 S	240,300	676	2 389	107,5	7e tir, 2 février.

Expériences de tir faites avec le canon Canet de 32 centimètres de 40 calibres n° 3, en juillet 1891.

Poids du projectile.	Nature de la poudre.	Poids de la charge.	Vitesse initiale.	Pression.	Perforation en centimètres de fer forgé.	Observations.
kilogr.		kilogr.	mètres.			
333	P B_1 S 3e lot 1890.	120	522,8	782	»	1er tir, 20 juillet.
340	—	160	610,7	1.221	»	—
345	—	160	610,2	1,347	»	—
344	—	160	608,3	1.347	»	—
450	—	240	639,9	2.517	111,0	2e tir, 21 juillet.
451	—	240	690	2 515	111,1	3e tir, 22 juillet.
450	—	240	690,7	2.384	111,1	—
451,5	—	240	690,1	2.553	111,1	—
451,5	—	240	692,2	2.740	111,4	—
451	—	255	717,6	2.866	117.9	4e tir, 24 juillet.
451	B N_1	135	670,2	2.089	106,8	5e tir, 27 juillet.
450	—	140	700,7	2.421	112.7	—
450,5	—	144	727,4	2,553	120,3	—

Expériences de tir faites avec le canon Canet de 32 centimètres de 40 calibres n° 2, en octobre 1891.

Poids du projectile.	Nature de la poudre.	Poids de la charge.	Vitesse initiale.	Pression.	Perforation en centimètres de fer forgé.	Observations.
kilogr.		kilogr.	mètres.			
341	PB_1 S 3e lot 1890.	120	509	817	»	1er tir, 1er octobre.
343,5	—	160	603	1,469	»	—
452,5	—	240	689	2.759	111	—
451,5	—	240	686	2.845	à	2e tir, 2 octobre.
449,5	—	240	689	2.749	112	—
451,5	—	253	715	2.813	117	—

Ce tir de 20 coups constituait une épreuve excessivement sérieuse pour une pièce de ce calibre. Les bouches à feu de cette puissance sont ordinairement soumises à une épreuve de tir qui ne dépasse guère 5 à 6 coups. L'examen fait après le tir n'a révélé aucune trace de fatigue du canon et de l'affût. La manœuvre de la culasse a été particulièrement facile. Un seul homme, un officier japonais, a ouvert la culasse à tous les coups à charge normale.

Les divers tirs ont eu lieu en présence de la Commission déléguée par le gouvernement japonais (1) à qui était destiné ce matériel, et de plusieurs officiers français.

Les épreuves ayant été jugées très satisfaisantes, le canon et l'affût ont été reçus par le gouvernement japonais et ce matériel a été immédiatement expédié à la Seyne pour être monté à bord du premier garde-côtes, l'*Itsukushima*, qui a quitté ces jours-ci les eaux françaises.

Il a été reconnu que la poudre prismatique brune dont il a été fait usage dans ces essais convenait bien à la bouche à feu et elle a été adoptée pour les charges réglementaires qui ont été fixées à 240 kilogr. pour le projectile de rupture et 160 kilogr. pour le projectile ordinaire.

L'échantillon de poudre B N_1 avait commencé par donner des résultats très réguliers, cependant le dernier coup à 138 kilogr. paraissait un peu irrégulier. Le chargement avait été fait dans de mauvaises conditions et donna lieu à une combustion incomplète. Ces poudres, très lentes, exigent un mode d'inflammation spécial.

Les expériences avec cette même poudre ont été continuées, plus tard, lors des tirs des deuxième et troisième canons, avec plein succès.

Ces tirs montrent qu'il est possible d'obtenir des poudres à base de fulmi-coton suffisamment lentes pour des canons d'aussi fort calibre.

Au point de vue balistique, ces essais permettent de regarder comme acquis plusieurs résultats particulièrement intéressants.

L'examen des flèches montre que le canon Canet a une trajectoire très tendue, malgré le poids de son projectile. On peut tirer jusqu'à 1 500 mètres de but en blanc, c'est-à-dire sans hausse, sur un but de 6 mètres de hauteur, ce qui peut être considéré comme l'élévation moyenne d'un navire au-dessus de l'eau.

Avec l'ancien canon de 42 centim. on ne peut tirer de but en blanc, sur un navire de même hauteur, qu'à une distance de 1 180 mètres.

Cette considération de la tension de la trajectoire a une très grande importance, car plus la trajectoire se rapproche de la ligne droite, plus l'étendue de la zone qui est dangereuse à traverser pour un navire ennemi se trouve augmentée. En outre, l'erreur dans l'appréciation des distances ou dans le manque de précision du pointage se trouve diminuée d'autant.

Avec des canons de ce poids et de ce calibre pour lesquels le prix de revient d'un coup est considérable et qui he peuvent tirer qu'un nombre très limité de fois pendant le combat, il importe de ne rien négliger pour accroître la justesse du tir et l'efficacité d'un coup.

Si maintenant nous comparons les résultats obtenus avec le canon Canet avec ceux qu'ont donnés les deux canons les plus puissants construits à l'étranger, le canon Armstrong de 41 centimètres, de 110 tonnes, et le canon Krupp de 40 centimètres, de 121 tonnes, nous sommes conduits aux remarques suivantes (2).

Le canon Armstrong lance un projectile de 816kil 400 avec une vitesse de 655 mètres. La puissance vive est de 17 851 tonnes.

La puissance de perforation est de 1m 20 de fer forgé dans le canon Canet et 1m 20 de fer forgé dans le canon Armstrong. Le canon Canet est donc aussi puissant.

Il en est de même si on le compare aux bouches à feu Krupp de 121 tonnes livrées à l'Italie pour la défense des côtes.

La puissance de perforation à la bouche est de 1m 20 pour le canon Canet de 32 centimètres et de 1m 26 pour le canon Krupp.

Sous le rapport de la puissance de perforation, le canon Canet, qui ne pèse que 66 tonnes, a donc la même valeur que les deux pièces, beaucoup plus coûteuses et pesant près du double, fabriquées en Angleterre et en Allemagne.

Un kilogramme de métal dans le canon Canet correspond à une puissance vive imprimée au projectile de 171,74 mètres-tonnes.

Dans le canon Armstrong, le même rapport est de 158,9 et dans le canon Krupp de 148,8.

Quant au canon de 30 centimètres et demi Krupp, que la *Revue internationale de Dresde* a l'air de considérer comme la pièce pouvant le mieux se comparer au canon Canet de 32 centimètres, il a donné 681 mètres de vitesse avec un projectile de 455 kilogr.; ce qui, en calculant les perforations par la même formule que pour les bouches à feu précédentes, afin d'ouvrir un terme de comparaison, donne 1m 15. Le canon Canet a donc encore un pouvoir perforant supérieur.

Si on pousse plus loin la comparaison, on voit qu'avec le canon de 32 centimètres Canet les trajectoires sont constamment plus tendues que dans les canons Krupp et Armstrong. Ce résultat, dû à la forte vitesse initiale imprimée au projectile, entraine, comme il a été dit plus haut, au sujet des canons de l'artillerie de la marine, une justesse de tir plus considérable, une augmentation sensible des zones dangereuses pour un bâtiment ennemi et par conséquent une probabilité plus grande d'atteindre le but.

En résumé, ces tirs ont fait ressortir :

1° La résistance de ces bouches à feu, dont aucune n'a indiqué la moindre trace de fatigue, même après un tir de 20 coups pour le premier canon, dont plusieurs à une charge sensiblement supérieure à la charge normale.

(1) Cette Commission était composée de MM. Forniska, Tsourouda, Jingugi, Iziki, Otaoka, Carala, Yoshimatsu, Oki, Ebara, Jamanoutchi, Watanabé.

(2) Les chiffres indiqués ci-après sont ceux qui ont été publiés dans les journaux anglais *Engineer* et *Engineering*.

Digitized by Google

Malgré la grande longueur de cette pièce, on n'a constaté aucun déplacement des frettes, ni fléchissement de la volée comme cela s'est produit lors des derniers tirs avec les canons anglais. Une visite minutieuse faite à l'étoile mobile n'a révélé aucune déformation de l'âme. Ce résultat est dû au tracé spécial adopté pour cette bouche à feu et à la solidarité parfaite établie entre tous les éléments;

2° La résistance de l'affût qui a supporté également le tir de 20 coups d'épreuve sans la moindre fatigue.

L'effort maximum à la traction auquel était soumis cet affût était de 147 tonnes. Tous les organes ont fonctionné avec une grande régularité. La résistance de l'affût est due à la bonne conception et

Les chiffres indiqués plus haut font ressortir la puissance très grande de ce canon au point de vue de la perforation et sa justesse qui résulte de la *forte tension* de la trajectoire.

En outre des considérations théoriques qui précèdent, il est des conclusions pratiques auxquelles conduit naturellement l'examen du résultat des expériences faites au Havre, et sur lesquelles nous croyons devoir insister.

En premier lieu, les avantages de la fermeture de la culasse à vis sur la fermeture à coin, au point de vue de la facilité de la manœuvre et de la bonne tenue aux tirs, se sont affirmés de la façon la plus

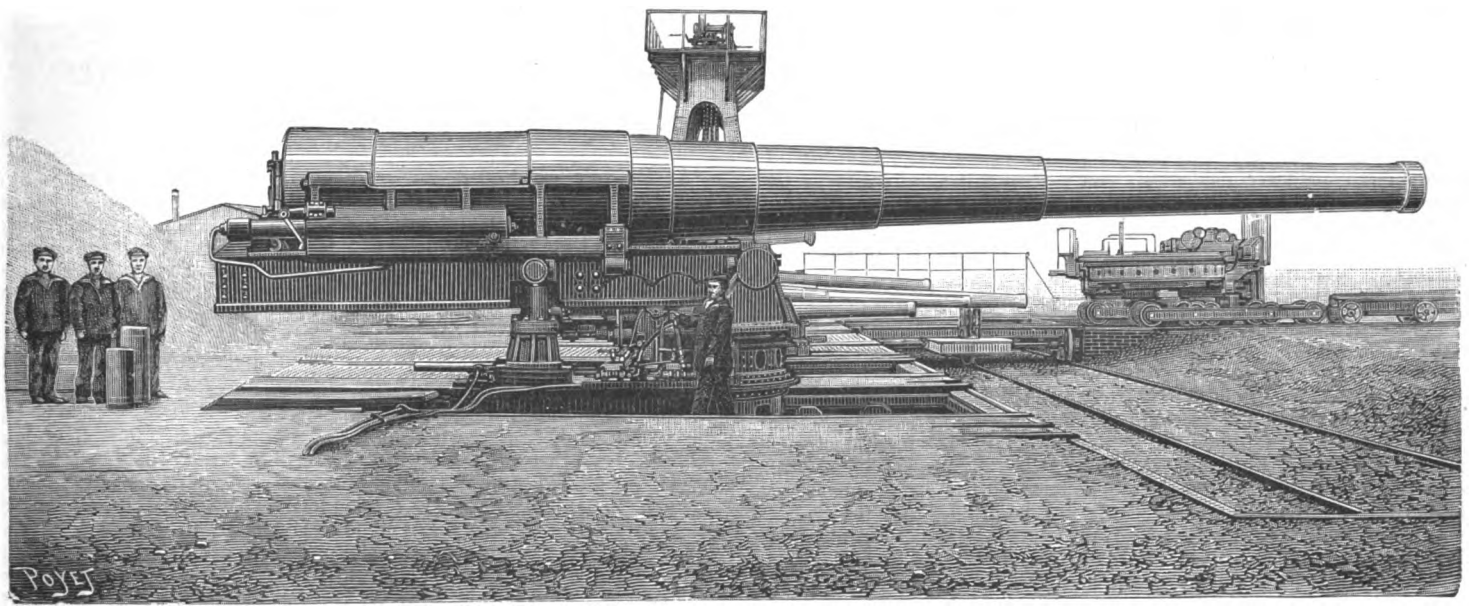


Fig. 5. — Le canon Canet de 32 centimètres en batterie.

à l'expérience acquise par la Société des Forges et Chantiers dans ce genre de constructions;

3° Le bon fonctionnement des freins.

Le relevé des courbes vélocimétriques a montré que les freins s'étaient comportés d'une façon très régulière. La pression est restée sensiblement constante pendant tout le recul et il en est résulté une fatigue de l'affût moindre qu'avec les systèmes qu'on employait il y a quelques années encore pour réduire le recul. La pression totale dans chaque cylindre n'a pas dépassé 70 000 kilogr. L'emploi du frein

nette. L'ouverture de la culasse d'un canon de cette importance par un seul homme, et un homme d'une force musculaire relativement faible, est un exemple frappant à opposer aux partisans de la fermeture à coin qui, pour les calibres élevés surtout, donne lieu à de réelles difficultés de manœuvre.

En second lieu, ces expériences ont montré que le nouvel obturateur, à la fois plastique et élastique, s'adaptait parfaitement aux canons de gros calibre. C'est un point qu'on a longtemps contesté et la marine française conserve encore les obturateurs métalliques.

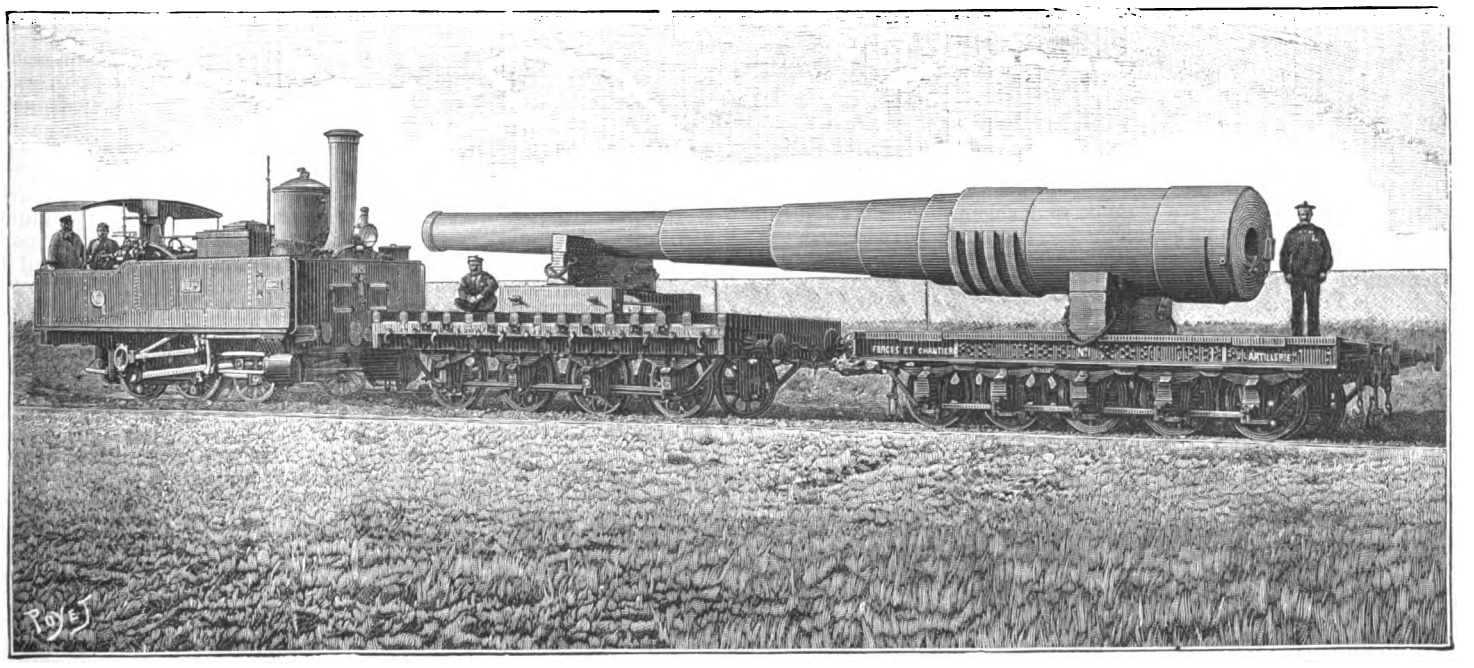


Fig. 6. — Transport sur voie ferrée d'un canon Canet de 32 centimètres.

Canet à contre-tige centrale a permis de régler mathématiquement en chaque point du recul, l'ouverture des orifices d'écoulement;

4° La manœuvre facile de la culasse.

Ce résultat est dû à la nature de l'obturateur employé, au tracé des filets de vis, et au système de manœuvre mécanique qui permet d'ouvrir avec un seul homme. Les tirs ont mis en évidence les avantages que présente la disposition d'une manivelle sur le côté de la pièce. Le servant se trouve ainsi absolument hors d'atteinte des gaz chauds et des résidus enflammés qui peuvent être projetés à l'arrière quand on ouvre la culasse;

5° Les propriétés balistiques du canon, qui, malgré l'adoption d'un projectile relativement lourd pour le calibre, a réalisé une vitesse atteignant presque 730 mètres.

Les tirs faits dans le courant de l'année 1890 avec des canons Canet de 27 centimètres avaient déjà permis de considérer ce résultat comme acquis.

La culasse du canon de 32 centimètres a supporté des pressions de 2 850 kilogr. et, étant donné l'incertitude dont sont entachées les indications des appareils crushers, on peut affirmer que les pressions n'ont guère été inférieures à 3 000 kilogr.

Le fonctionnement de l'obturateur a été excellent à tous les coups. Il est bien évident que les duretés commençaient à partir des pressions de 2 600 et 2 700 kilogr., qui ne sont pas des pressions ordinaires en service; mais on n'a constaté aucune dureté de manœuvre aux charges de combat.

Cette expérience peut donc être considérée comme apportant une

Digitized by Google

nouvelle preuve à l'appui de l'excellence de la fermeture à vis et de l'obturateur élastique.

Elle est tout aussi concluante au point de vue de la valeur de la pièce elle-même.

A la suite des essais faits en Angleterre avec les canons de 110 tonnes du *Victoria*, du *Bembow* et du *Sans-Pareil*, on a constaté la rupture de plusieurs frettes, on s'est aperçu que le tube du canon prenait une courbure assez accentuée. C'était là une question très grave, car l'axe de la pièce n'étant plus rectiligne, il en résulte une justesse des tirs très problématique et la possibilité d'un éclatement si le projectile éprouve la moindre difficulté à sortir de l'âme.

Les journaux anglais ont affirmé qu'il n'était pas possible de construire un canon aussi long sans qu'il se produisît de courbure.

Les tirs faits avec les canons Canet viennent leur donner un démenti formel. Le relevé le plus précis a indiqué, comme nous le disions plus haut, qu'il n'y avait pas eu le moindre fléchissement.

C'est donc là une preuve que l'on peut construire un canon de 32 centimètres de 40 calibres de longueur (12m 80) sans avoir à craindre de déformation du tube.

On peut considérer également comme un fait acquis que le premier canon a tiré à des pressions voisines de 3 000 kilogr. sans qu'il y ait eu la moindre dégradation de l'âme. Cela prouve que la résistance du métal à la rupture et à l'action des gaz de la poudre ne laisse rien à désirer.

Enfin, les résultats obtenus avec cette bouche à feu de 66 tonnes condamnent d'une façon presque absolue les canons de 100 et 110 tonnes adoptés par l'Angleterre et l'Italie, et cela pour plusieurs raisons :

1° Le canon expérimenté au Havre donne plus de garanties de solidité;

2° Cette bouche à feu est plus puissante ;

3° Elle permet, à puissance égale, en diminuant le poids de chacune des unités, d'augmenter le nombre des pièces ou les approvisionnements du navire, ou même de faire porter sur la machine le disponible résultant du poids enlevé à l'artillerie. De tout cela, il peut résulter un gain sensible dans la vitesse, ou encore la possibilité de diminuer le tonnage des navires ;

4° Elle coûte beaucoup moins cher, et le prix de revient de chaque coup tiré diminue dans une égale proportion. Il en est de même pour les appareils de manœuvre et les cuirassements des tourelles.

Le corps de l'Artillerie de la marine en France a, du reste, avec une sage prévoyance, évité de s'engager dans la voie suivie par nos voisins et n'a pas jugé prudent ni utile de dépasser 70 tonnes.

Les nouveaux navires *Jauréguiberry*, *Bouvines*, *Latouche-Tréville* seront armés de canons ne dépassant pas les calibres de 27 centimètres et de 30 centimètres et seront beaucoup plus puissants que les pièces monstres construites jusqu'ici en France, en Angleterre et en Allemagne. C'est un progrès considérable qui ne fera que s'accentuer à mesure que les nouvelles poudres permettront d'atteindre de plus fortes vitesses initiales.

L'avenir est donc aux canons très longs et relativement légers. Ce n'est qu'avec ces pièces qu'il sera possible de donner satisfaction aux desiderata des marins, qui veulent accroître et la vitesse et la puissance offensive, tout en diminuant le poids de la coque et, par conséquent, le tonnage.

En dernier lieu, le succès remporté par les Forges et Chantiers de la Méditerranée nous montre ce qu'est en mesure de faire l'industrie française.

Depuis la loi de 1885, qui autorisait la libre fabrication du matériel de guerre, notre industrie n'a cessé de se développer. Elle a augmenté son outillage, perfectionné les méthodes, acquis de l'expérience.

Actuellement elle se trouve en mesure de concevoir des types extrêmement puissants et de les usiner avec une perfection et un fini dont la France a seule le secret.

Enfin, l'Etat a désormais sous la main toutes les ressources extrêmement étendues dont cette industrie peut disposer. C'est un auxiliaire puissant pour les arsenaux et les ateliers d'Etat, dont les Ministères de la Guerre et de la Marine sauront certainement tirer le plus utile parti pour la défense et l'armement du pays.

En prenant comme vitesse initiale courante, en service, le chiffre de 700 mètres, les principales données balistiques du canon de 32 centimètres sont les suivantes :

Projectile. . $p = 450$ kilogr.
Charge . . $W = 240$ —

	Distances en mètres. —	Tables Siacci — mètres
Vitesses	0.	700
	500.	679
	1.000.	659
	1.500.	639
	2.000.	620
	2.500.	601
Puissances vives en M. T.	0.	11.235,7
	500.	10.591,7
	1.000.	9.958,1
	1.500.	9.362,8
	2.000.	8.814,3
	2.500.	8.282,3
Epaisseur en centimètres de la plaque de fer forgé traversée.	0.	114,7
	500.	109,4
	1.000.	104,5
	1.500.	99,7
	2.000.	95,2
	2.500.	90,7

	Distances en mètres. —	Tables Siacci — mètres.
Flèche maximum de la trajectoire aux portées de.	500.	0=52
	1.000.	2=60
	1.500.	6=02
	2.000.	10=50
	2.500.	15=88

P. MERVEILLEUX DU VIGNAUX.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES
et les difficultés présentes.

(Suite [1].)

Après avoir passé en revue les diverses objections qui s'opposent à la vulgarisation de la participation aux bénéfices, il est utile, comme nous l'indiquions en terminant notre précédent article, de placer sous les yeux du lecteur les opinions diverses des écrivains qui ont défendu ou attaqué cet adjuvant de la rémunération du travail. Cet examen nous sera facilité par l'étude de M. Böhmert, traduite si fidèlement et si bien complétée par M. Albert Trombert; nous y ajouterons nous-même de nouveaux documents.

Commençons par les avis favorables au nouveau système en résumant, avant tout, les travaux des étrangers.

Nous constatons d'abord que, dans la période de 1885 à 1890, l'Angleterre a réalisé un certain nombre d'applications nouvelles; leur nombre passe ainsi de 8 à 49. C'est dans le Bulletin de la Société fondée en 1878 que nous trouvons ce renseignement.

John Stuart Mill, dans les *Principes de l'Economie politique*, publiés en 1873, expose cet avis : que dans l'état actuel du salariat, l'ouvrier n'a d'autre intérêt que celui d'obtenir son salaire moyennant la plus petite somme possible d'efforts. C'est là, dans notre opinion, une déclaration inexacte : elle peut être réelle pour des ouvriers à la journée, auxquels on ne fixe pas une tâche; mais elle est absolument fausse pour les ouvriers à la tâche et plus encore, pour ceux qui reçoivent des primes pour la quantité et la qualité de leur travail, et c'est le cas le plus ordinaire dans l'industrie. Mais, J.-S. Mill, poursuivant sa thèse, ajoute que la situation d'ouvrier salarié se restreindra insensiblement à la seule classe des travailleurs dont l'état intellectuel et moral, serait incompatible avec une position plus indépendante, et que l'association entre les capitalistes et les ouvriers est la forme de l'avenir. Cet auteur donne un exemple d'une association de ce genre en Cornouailles ; il cite aussi l'exemple de Leclaire et fait remarquer que l'exemple de ce peintre en bâtiments a été imité avec beaucoup de succès et sur une vaste échelle par d'autres industries à Paris. Ceci était écrit en 1873. Nous avons dit qu'en 1885, 49 maisons en France appliquaient la participation; nous en avons 78 en 1890, parmi lesquelles trois peintres en bâtiment sur 5 000 maisons, qui, en France, exploitent cette industrie. Ce n'est pas là un résultat brillant et c'est un fait en contradiction absolue avec les espérances de J.-S. Mill.

M. H. Fawcet, un éminent économiste anglais, reconnaît les services que les tribunaux de conciliation et d'arbitrage (2) peuvent exercer pour résoudre les différends qui se produisent entre patrons et ouvriers; mais il juge que le salaire ne doit pas constituer l'unique rétribution des ouvriers et croit qu'on doit leur attribuer une part des bénéfices. Il fait l'éloge mérité de la maison Leclaire, il décrit le mode de participation adopté par MM. Briggs et Cie. On sait que cette tentative a complètement échoué. Toutefois, M. Fawcet entrevoit le jour où les ouvriers administreront eux-mêmes les entreprises qui les occupent et en posséderont tout le capital. L'ouvrage de M. Fawcet est écrit depuis 17 ans!

La participation, en Suisse, n'a guère progressé. Depuis 1885 elle a passé de 12 à 14 et cependant on y trouve quelques exemples vraiment remarquables; c'est toujours l'exception qu'on peut encourager, mais on a le tort de vouloir en faire la règle.

L'exemple le plus sérieux est fourni par la maison Billon et Isaac, fabricants de boîtes à musique, près de Genève. Cette maison distribue à ses ouvriers 50 % de ses bénéfices, moitié en espèces, moitié consacrée à l'acquisition de titres de l'entreprise. Les gérants de cette maison déclarent que l'application de cette rémunération a conduit leurs ouvriers à l'épargne. Tous deviennent propriétaires de parts de l'entreprise; les 50 % correspondent, en général, à 20 % du salaire. On en a conclu, dans cette maison, que la participation améliorait la situation économique de l'ouvrier, et qu'elle pouvait exercer sur eux une influence morale plus favorable encore. Nous ne le méconnaissons pas, mais ces résultats vulgarisent-ils la participation? Nullement. A tort ou à raison, l'industrie n'en reconnaît pas les bienfaits et nous donnerons des exemples où elle est refusée par les ouvriers eux-mêmes. Il est naturel, du reste, que ceux qui la pratiquent la louent; parce que, dans leurs mains dévouées, elle donne des résultats. Notons ici que l'application de moitié des bénéfices à l'achat de titres de l'entreprise est obligatoire. On relève que les ouvriers de cette maison se montrent très dévoués à leur travail ; ceci peut être, mais ce fait prouve simplement qu'avant la participation, le salaire était mal organisé, car un ouvrier qui est payé à la tâche et intéressé

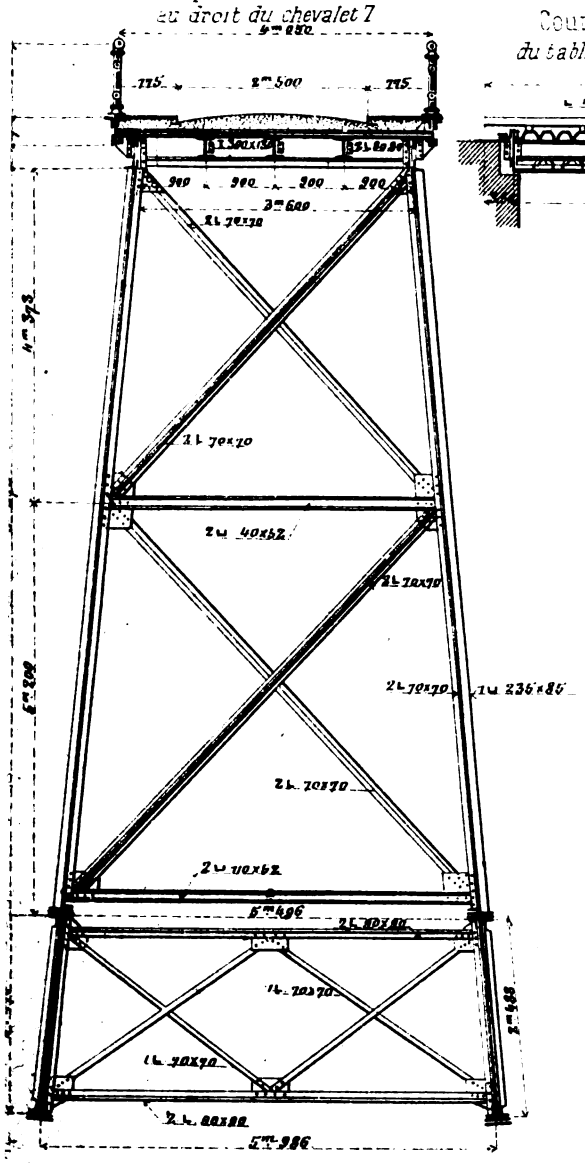
(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 3, p. 37; n° 5, p. 73.

(2) Voir *La Paix des ateliers*, A. GIBON. Guillaumin et Cie.

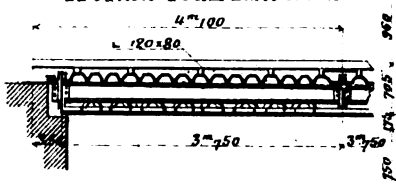
Digitized by Google

Digitized by Google

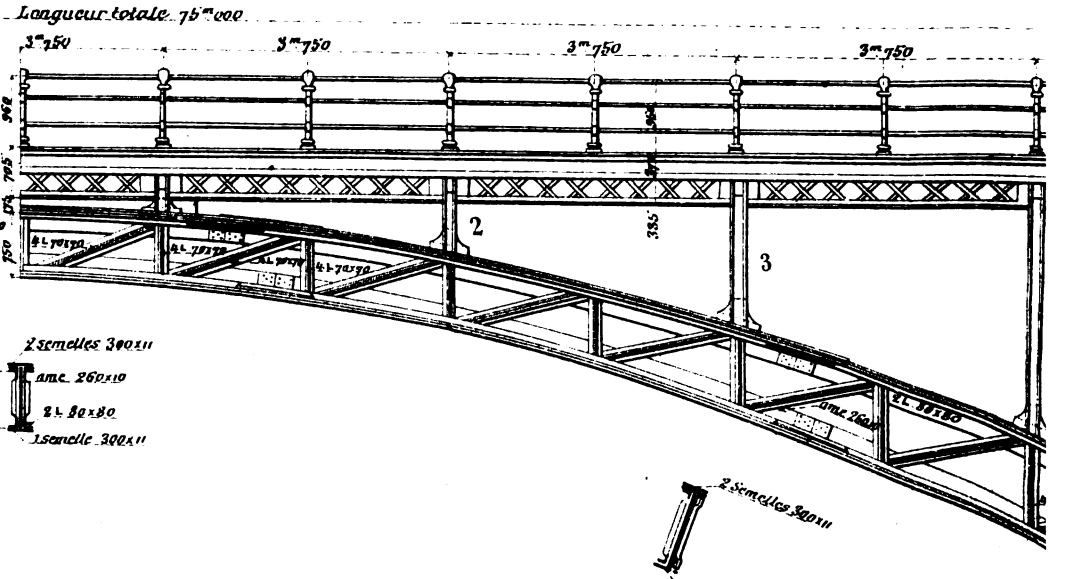
Coupe transversale
au droit du chevalet 7



Coupe longitudinale
du tablier à l'extrémité du Pont



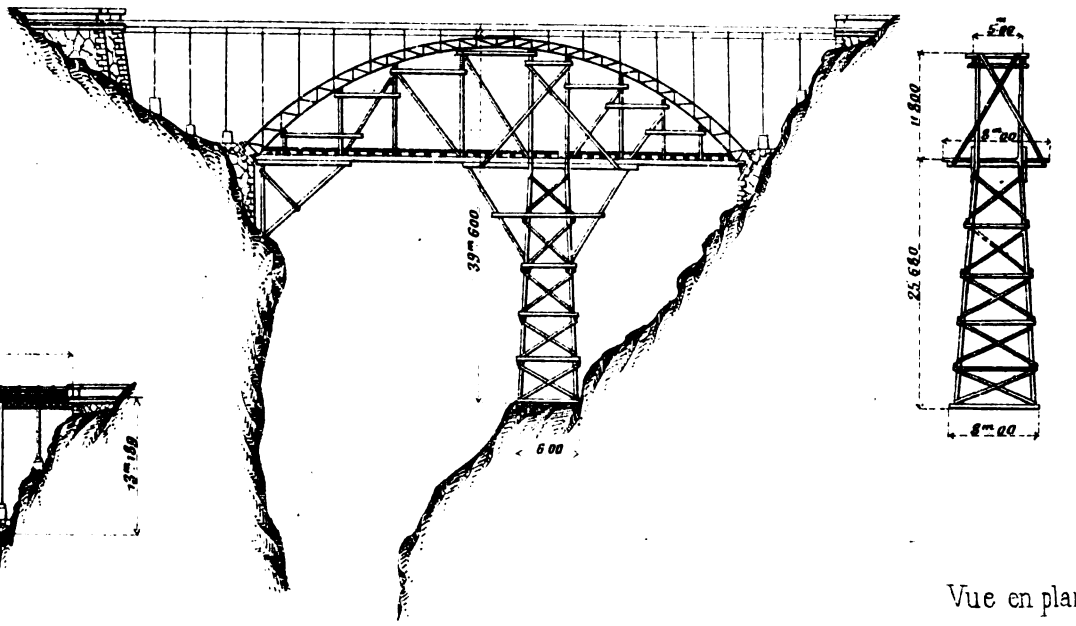
Longueur totale 75m000



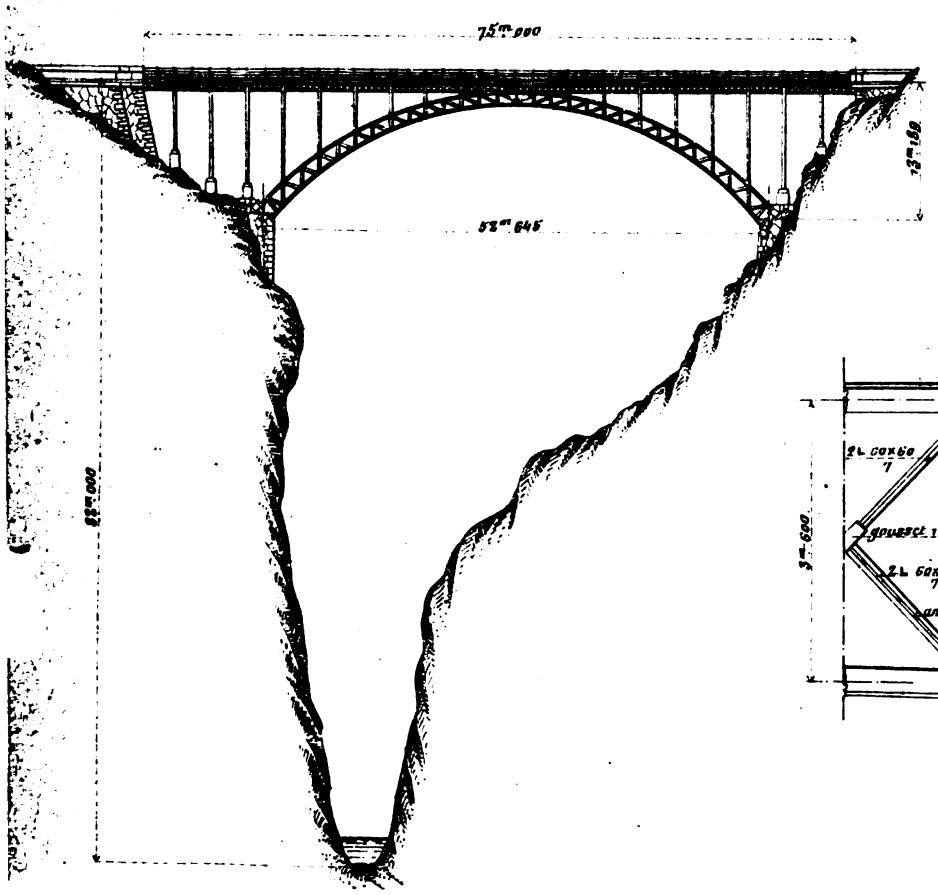
PONT METALLIQUE EN ARC SUR LA CERVEYRETTE.

M.M. Patiaud, Lagarde et C^ie, Constructeurs à Lyon.

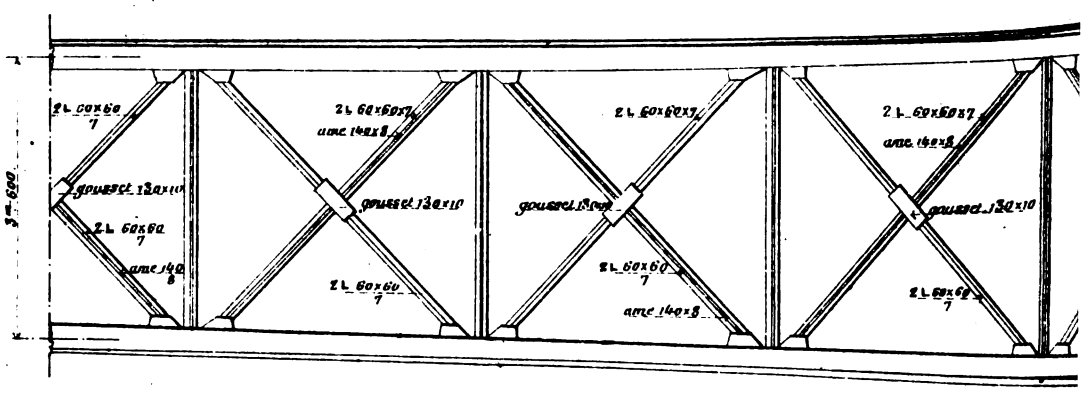
Echafaudage



Vue d'ensemble. *Echelle* 1/600.



Vue en plan



Digitized by Google

Demi-Elevation Echelle 1/100

3m750 3m750 3m750 3m750 3m750 3m750

5 6 7 8 9

9m573 13m189 5m495

-500 600 800

1m294

52645

Ouverture moy. de l'Axe

5 Semelles 300x11

amc 260x10

2 Semelles 300x11

2 L 80x80x10

Malabutie 1m00

Coupe AB

Elévation

Plan

Détail d'un sabot

Echelle. 1/10

Section des montants

1 2.3.4. 5.9 6 7.8.

Vue en plan du tablier

de l'Arc.

amc 160x8 2 L 70x70x8 2 L 70x70 150x10 70x70x10 160x8

I 300x130 Plat 120x10

3m600

3750 3750

Auto-Imp. G. Dervaux et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

LIBRARY

Digitized by Google

avec intelligence à son travail, remplit parfaitement un devoir qui se trouve en parfait accord avec son intérêt.

La maison Isaac et Billon a tous les mérites. Le Dr Böhmert lui reconnaît encore celui d'unir tous les intérêts, d'éviter les grèves, les tribunaux d'arbitrage, de développer l'instruction économique, d'être supérieure à tous les autres modes de rémunération du travail, de créer la solidarité, l'épargne obligatoire, la co-propriété de l'actif social; c'est le remède à tous les maux de la société; elle offre un soutien et des avantages particuliers dans les temps de chômage et de crise. Il est peu fondé, du reste, ajoute l'auteur, que la participation ait pour conséquence l'immixtion des ouvriers dans la comptabilité et la direction de l'entreprise; le système peut s'appliquer aux affaires les plus considérables, dit-il, puisque la maison Leclaire l'a appliqué. Enfin, les chefs de cette maison ne jugent pas que le niveau intellectuel et moral de leurs ouvriers soit supérieur au niveau général des ouvriers genevois.

On ne saurait faire un tableau plus séduisant. La maison Isaac et Billon répond à toutes les objections. Elle pratique ce système depuis vingt ans et l'institution reste à l'état d'exception. C'est là un fait qu'il faut bien constater.

La Prusse donne aussi son avis sur la participation aux bénéfices, bien que dans ce riche pays industriel, ce mode de rémunération du travail ne présente que huit applications et que ce nombre n'ait pas varié d'une unité depuis 1885. C'est le docteur Engel, directeur du bureau royal de statistique de Prusse, qui va nous exposer que la participation est la solution, la seule solution du problème social; son rapport sur cette question date de 1867. Il est vraiment heureux d'avoir à relever l'opinion d'hommes considérables et d'en rapprocher les faits, qui démontrent bien mieux qu'aucun raisonnement les illusions regrettables qui surprennent les imaginations vives et les cœurs généreux.

Le Dr Engel n'est pas heureux : il s'appuie sur la tentative de la maison Briggs, tentative qui devait non seulement donner à l'ouvrier et à sa famille la satisfaction régulière des besoins de la vie, mais encore assurer l'existence des siens. Le système prôné par le Dr Engel est l'*industrial partnership*; il devait se développer rapidement, et son adoption présentait, suivant l'auteur, le caractère d'une œuvre *éminemment politique*. L'Etat devait intervenir pour établir l'accord, estimer la valeur des exploitations industrielles, veiller à la transformation régulière des formes d'entreprises qui protégeront les ouvriers contre toute exploitation, les entrepreneurs contre tout dommage. La question sociale, ajoutait l'auteur, n'est plus une question, elle est résolue. Tout le monde connaît l'échec de la maison Briggs et personne n'a d'illusion sur l'avenir de la participation aux bénéfices en Angleterre. C'est M. le Dr Engel qui a été le promoteur du système en Allemagne; on sait ce qu'il a produit, depuis 1867, date de son rapport : on peut dire rien.

En France, c'est M. Ch. Robert qui est l'apôtre de la participation, il en est l'âme; d'un esprit élevé et libéral, il repousse l'intervention de l'Etat. Il a bien dit un jour (1) : Inscrivons dans nos codes le principe de la participation, mais sitôt après, il a ajouté le correctif : « tout en permettant aux conventions particulières entre patrons et ouvriers de déroger à ce système. » Depuis, et notamment au Congrès de 1889 (2), il ne peut y avoir de doute, M. Ch. Robert repousse toute intervention de l'Etat. Les lois n'ont pas à intervenir dans ces questions. La liberté, incitée par les faits, fera ce qu'elle pourra; nous avons vu jusqu'ici les résultats. Nous avons loué M. Ch. Robert de ses efforts et si nous faisons des réserves formelles, ce n'est certes pas sur les intentions, c'est parce que ce système peut présenter des dangers. Nous allons en juger en exposant les opinions des écrivains et des praticiens qui, à leur tour, exposent les arguments contre l'application du système.

M. John Prince-Smith (3) critique le système appliqué par MM. Briggs, qui menace l'autorité de la direction, en exposant le capital à passer dans les mains des ouvriers et de ces mains dans celles d'un public, ignorant des difficultés de l'industrie; il juge les ouvriers incapables de contrôler une entreprise, qui fonctionne avec des millions de capitaux et les éléments qui concourent à la détermination d'un dividende. Les apôtres de l'*industrial partnership* auraient fait une grande découverte, dit cet auteur, s'ils avaient trouvé le moyen de réaliser des gains considérables, sans courir les risques de grosses pertes, et de démontrer que les entreprises industrielles dans lesquelles les ouvriers placeraient leur petit pécule, si difficilement gagné et si péniblement épargné, ne feraient jamais de mauvaises affaires. Il déclare ne voir dans ce système que des difficultés pour une bonne direction. Il y voit des germes de discussion et d'indiscipline, des embarras très graves vis-à-vis des ouvriers actionnaires que dans des circonstances difficiles il faut congédier, et dit que l'intérêt de l'ouvrier est au moins aussi assuré par le travail aux pièces et par les primes. Il juge qu'il est du reste impossible de mesurer la proportion dans laquelle le capital et le travail contribuent à la formation du produit. L'ouvrier, du reste, quand il s'agit de la rémunération de son travail, ne peut être dans les dépendances absolues du marché.

M. Max Weigert, manufacturier à Berlin, repousse absolument la participation; loin de faire disparaître l'antagonisme des classes, elle est plutôt de nature, suivant lui, à aggraver les désaccords du fait des discussions qui naîtront de ce nouveau droit, elle est aussi, suivant ce manufacturier, et pour la même raison, de nature à compromettre gravement l'autorité nécessaire à sa situation. Tout peut bien marcher quand on distribuera de gros dividendes, tout sera difficile et compromis quand on sera en perte. On contestera le dividende, on accusera les chefs d'incapacité. Une direction capable et honnête est exposée à ne recueillir que le mépris et la haine. Enfin, la direction peut encore être troublée, quand, par suite des progrès continus de la science, elle voudra substituer des machines-outils au travail de l'homme. Ce sont là des objections de grande valeur de la part d'un manufacturier de mérite.

Il en est d'autres qui se produiront au sein même des travailleurs. L'ouvrier que le hasard aura placé dans une fabrique dont l'outillage est perfectionné, touchera une part de bénéfices supérieure à celle qui reviendra au travailleur d'une autre fabrique moins bien dotée. Ces différences se produiront dans une même localité et ne conduiront pas à l'harmonie; celui qui recevra le moins sera peut-être le plus capable, le plus dévoué. Quant aux tantièmes et au mode d'emploi, leurs variations sont infinies; on peut prévoir les difficultés auxquelles ils donneront lieu.

La répartition ne sera pas la justice, car très généralement l'ouvrier incapable, paresseux et même malveillant, recevra une part identique à celle de l'ouvrier capable, courageux et dévoué; c'est du reste ce qui se pratique même dans la maison Leclaire, en France, pour les sept dixièmes des ouvriers qui ne font pas partie du groupe qui porte le nom de noyau.

Au point de vue moral, M. Max Weigert n'espère rien de la participation; et la raison, qu'il donne comme capitale, est qu'elle lui produit un gain sur la réalisation duquel il n'a exercé, dans la plupart des cas, que très peu, sinon aucune influence. Rien n'est plus vrai. L'auteur ajoute que ce bénéfice aléatoire n'est pas de nature à élever les caractères, il conduit à des aspirations qui ne sont pas saines; on doit entrevoir dans la pratique des réflexions amères au sujet de ce bénéfice; si l'ouvrier est actionnaire, les inconvénients sont encore bien plus graves. M. Max Weigert répète ici les paroles de M. Prince-Smith : il voit l'ouvrier exposer aux risques des affaires industrielles ses minces deniers, ses épargnes si péniblement amassées. L'ouvrier doit se garder d'aventurer son pécule... L'ouvrier doit songer à sa petite maisonnette, à son foyer, il doit éviter les dangers de l'industrie; il doit songer à un intérieur béni, éviter d'exposer, la part minuscule qu'il peut posséder, dans un établissement industriel, qui ne serait qu'un amas de pierres, désert et improductif, dès que viendrait à disparaître l'âme de la direction. Afin de ne pas prolonger cette discussion, nous ne dirons rien des minimes bénéfices que l'ouvrier trouverait dans ce système, et pas plus de la manière dont ils seraient utilisés. En résumé, dit M. Max Weigert, je crois que la participation n'est pas un moyen efficace pour constituer l'harmonie; son influence lui est plutôt défavorable, tant au point de vue économique qu'au point de vue des progrès matériels et moraux.

Un autre manufacturier, recommandable par les institutions patronales qu'il a organisées dans son établissement, à Biebrich (Prusse), déclare que la participation des ouvriers aux bénéfices de l'entrepreneur est contraire aux idées actuelles et nullement propre à conduire au résultat que l'on cherche à atteindre; la pensée d'un droit à la participation ne peut qu'élargir l'abîme qui existe déjà entre le capital et le travail. M. Frédéric Kalle juge que la divulgation du résultat d'une exploitation industrielle est de nature à porter atteinte au crédit du chef d'industrie et à faire connaître à ses concurrents ce qui constitue le secret de ses affaires. Si la participation est un droit, le contrôle est naturel, c'est un devoir conséquent du droit et, dès lors, les jugements sur les conditions de l'inventaire auront les plus funestes conséquences. Les socialistes démocrates, — je rappelle que c'est un Prussien qui parle, — qualifieront vite les patrons d'oppresseurs, d'exploiteurs et même de voleurs.

Dans une petite industrie administrée paternellement, en Saxe, le chef de la maison s'entretient familièrement avec un visiteur; on parle de la participation; on consulte l'industriel, qui répond : « Avez-vous jamais vu qu'un enfant gâté soit devenu un sujet bien réussi? eh bien! les ouvriers ressemblent maintenant à des enfants gâtés. Ils ont trop haute opinion d'eux-mêmes; ne dirait-on pas que c'est leur travail qui fait et parfait le produit, alors que la tâche la plus lourde et la plus minutieuse appartient au manufacturier. Il est inexact, ajoute-t-il, que le salariat ait pour conséquence de payer le moins cher possible, la plus grande somme possible de travail; le véritable intérêt d'un chef de maison a toujours été de traiter dignement ses ouvriers. L'industriel judicieux a intérêt à conserver ses bons ouvriers; un patron qui les traite durement et les exploite ne peut recruter un bon personnel.

M. Böhmert signale beaucoup d'opinions analogues d'un très grand intérêt qu'il nous est impossible de citer ici. Mais je donnerai l'avis d'un ouvrier compositeur typographe de Schleswig : « Je nie complètement, dit cet ouvrier, que la participation aux bénéfices soit de nature à exercer une influence favorable sur le sort de la généralité des ouvriers; suivant moi, les inconvénients de l'application de ce système l'emportent sur ses avantages. » Cet ouvrier expose ses motifs : 1° par l'intérêt qu'un ouvrier peut avoir, même pour son instruction, de changer d'atelier; 2° par la variété des répartitions qui apporteront souvent une rémunération dérisoire; 3° par le doute que le bilan déclaré fera concevoir; 3° par l'égoïsme que ce système développerait parmi les travailleurs.

Il est d'un grand intérêt de connaître l'opinion de la Suisse sur cette question.

Voici les raisons que M. Moschele, président de la Société publique de la Suisse française, a fait valoir contre la participation.

(1) *L'Emancipation*, numéro du 15 novembre 1886.
(2) Librairie Chaix, 20, rue Bergère.
(3) *Vierteljahrschrift für Volkswirthschaft und Culturgeschichte*, 1867.

Digitized by Google

Il estime d'abord, avec raison, que le moyen devra forcément laisser subsister le régime du salariat, absolument et uniquement, pour tout le personnel nomade occupé, temporairement et accidentellement, du fait d'un surcroît momentané d'ouvrage ou d'un travail spécial. Il dit que la participation donnera des parts très variées, même dans les industries similaires, à des ouvriers de mérite identique, ce qui produira des mécontentements graves et par conséquent gros de dangers. Il ne voit pas que ce moyen soit de nature à supprimer l'antagonisme qui existe entre le capital et le travail : les co-partageants se comptant par centaines et souvent par milliers, leur part sera généralement très minime; elle aura sur l'ouvrier l'action d'un fil de soie sous une locomotive. Si ce système augmentait l'activité du travail comme on l'espère, il augmenterait la production, et par conséquent aurait pour effet l'avilissement du prix du produit fabriqué; il réduirait ainsi les bénéfices et détruirait lui-même les avantages qu'il fait espérer.

Plusieurs économistes expriment ce dernier avis.

M. le professeur docteur Brochert, de Genève, déclare que la participation est contraire à l'équité. Le directeur, le capitaliste, l'ouvrier sont les trois forces qui concourent à la production. L'une de ces trois forces, selon lui, produit seule les bénéfices. C'est là un point de vue excessif qui peut trouver son correctif dans le salaire aux pièces indiqué par ce jurisconsulte.

M. le docteur V. Böhmert cite encore l'opinion des industriels les plus compétents de son pays. Ils sont très nombreux ceux qui jugent sévèrement la participation aux bénéfices : pour eux, la participation ne repose sur rien de sérieux, elle entrave le développement des franchises ouvrières, entraîne l'ouvrier, le prive de sa liberté ; elle paralyse l'esprit d'entreprise du fabricant, elle ne peut donner que de maigres résultats au point de vue de l'amélioration matérielle de l'ouvrier.

Voyons maintenant, avec quelques détails, l'opinion des économistes, des industriels de notre pays.

M. Paul Leroy-Beaulieu a publié en 1872 (1) un petit volume de 339 pages sur la question ouvrière, qui renferme un chapitre de 68 pages, le cinquième du volume, entièrement consacré à la participation. Je viens de relire ce chapitre, que j'ai étudié souvent ; il date bientôt de vingt ans, on le dirait écrit d'hier ; on ne saurait le résumer, mais on peut dire en quelques mots sur quels principes il repose et faire connaître ses conclusions.

Déjà, en 1872, la question sociale était agitée, chacun y cherchait un remède. M. Ch. Robert, s'appuyant sur quelques exemples, défendit la participation ; alors, comme aujourd'hui, il trouva des admirateurs dans la science, dans la politique, parmi les prétendants : Napoléon III lui-même fut un croyant au dogme de la participation. M. Ch. Robert présente souvent, comme participationnistes, des chefs d'industrie qui pratiquent simplement le patronage. Nous avions négligé cette question; nous pensons que nous serons obligés de la traiter, au moins par quelques exemples, nous en aurons bientôt l'occasion. Mais M. Paul Leroy-Beaulieu n'a pas négligé de le faire et l'a fait avec quelque sévérité ; nous ne le suivrons pas ici dans cette discussion.

L'auteur de la *Question ouvrière* dit que le régime sous lequel s'est constituée l'industrie libre, dans tous les pays du monde, est le salariat, qui est conforme aux principes rigoureux de la philosophie économique. L'homme qui conçoit et organise la fondation d'une industrie, dans laquelle il engage ses capitaux et son honneur commercial, doit en recueillir le bénéfice ou en subir les pertes, la fortune ou la ruine. La situation de l'ouvrier est toute différente : ce qu'il apporte, c'est son travail, c'est-à-dire un concours qui a une valeur définie ; sa rémunération ne saurait être liée aux aléas du fondateur de l'industrie. L'application d'un tel principe détruirait la justice. Ce qui est juste, c'est la rémunération du mérite, la base de cette rémunération est le salaire et le salaire se prête à toutes les formes. Nous avons eu déjà l'occasion de le démontrer (2); mais, en dehors du salaire proprement dit, des industriels généreux ont créé des œuvres patronales, dignes de gratitude et de respect ; nous en ferons l'objet d'un chapitre spécial au cours de cette étude. M. Leroy-Beaulieu observe qu'aujourd'hui une certaine école voudrait rayer et supprimer ces bienfaits; l'éminent écrivain proteste, et nous protestons avec lui, contre cette barbare façon d'entendre le droit, qui supprime tout ce qu'il y a de généreux et de tendre dans l'âme humaine. En ce qui touche l'achat des titres industriels par les ouvriers, l'auteur le condamne : l'industrie est de sa nature exposée à des risques, les économies d'un ouvrier doivent être assurées contre eux.

L'auteur, en étudiant, comme nous l'avons fait dans notre dernier article, divers types de la participation explique ce qu'il y a de fondé dans la pratique de ces maisons ; il approuve des mesures qui, très généralement, sont des œuvres d'hommes dévoués au bien, mais qui ne constituent pas un ensemble de règles qui puisse amener la solution des difficultés, qui existaient déjà en 1872, qui sont devenues aujourd'hui bien autrement intenses ; il juge que, si diverses industries peuvent appliquer ce système, ce serait une erreur de vouloir étendre ce régime à tous les ateliers ; il rappelle que M. Cernuschi, qui ne peut être suspect à la démocratie même la plus avancée, parlant de la participation, raillait spirituellement « ces chercheurs de solution nouvelle de la question sociale, qui vont en avant avec une bonne foi, une illusion semblable à celle qu'ont les chercheurs de truffes au pied des chênes » ; il termine en observant qu'on ne dit pas la vérité aux ouvriers, on encourage leurs illusions, on est courtisan; est-il étonnant que les ouvriers aux prises avec les difficultés de la vie, se laissent convaincre qu'il peut exister des moyens d'améliorer radicalement leur situation, quand des hommes éminents n'hésitent pas à le leur affirmer.

M. Maurice Block, économiste éminent, repousse absolument la participation ; il recommande le système des primes, qui est un encouragement mérité ; il constate que peu de fabricants pratiquent la participation, il la juge presque impraticable ; il considère qu'elle présente de grands dangers ; il rend hommage aux intentions parfaites de ses promoteurs et aux chefs d'industrie qui prennent des dispositions pour assurer, dans une certaine mesure, l'avenir de leurs ouvriers, et cite Jean Dollfus comme un patron modèle (1).

M. Muller, Ingénieur civil, professeur à l'Ecole Centrale, manufacturier important et distingué, a exposé dans le *Génie Civil* (2) son avis sur ce mode de rémunération. Il rappelle d'abord que cette Revue a déjà plusieurs fois touché à l'importante question de la participation ; notre ancien collègue et ami, si regretté, juge que le *Génie Civil* a le droit et le devoir d'y revenir souvent, parce que la question est de son ressort, et, à propos d'un malentendu, auquel déjà nous avons fait allusion, ensuite duquel il pensait, à tort, que M. Ch. Robert voulait imposer la participation par l'Etat, il se déclare lui-même partisan de la participation, mais opposé absolument à l'ingérence de l'Etat dans la question. Toutefois, il en fait entrevoir les difficultés ; il considère le succès de la maison Leclaire comme un fait tout spécial, qui n'a pas de rapport avec ceux de la grande industrie ; pour elle, la participation peut être impossible et il peut être plus pratique d'intéresser les ouvriers au travail produit par eux, comme le font tous les établissements bien organisés. C'est aussi ce que nous pensons.

M. Muller se demande ce que peut devenir la théorie générale de la participation appliquée dans des temps difficiles, dans les périodes de crise générale de l'industrie, et faisant allusion aux douloureuses épreuves de la patrie, il s'écrie : « Combien d'industries jadis prospères, combien de patrons inébranlables n'ont pas même gagné, malgré des efforts surhumains, l'intérêt d'un gros capital engagé ! Qui mesurera leurs risques? qui fera l'inventaire de leurs soucis, de leurs amertumes ? qui pourra les engager eux, les victimes de ces crises, à distribuer, à guichet ouvert, à des coopérateurs *impuissants et inconscients* des bénéfices illusoires? » Il expose ensuite les difficultés que rencontrent les industries naissantes, les épreuves des industries malheureuses, les discussions pénibles entre associés, entre intéressés, qui tous cependant sont souvent intelligents, et il se demande ce que deviendrait la participation avec des ouvriers nombreux, indifférents, sans égards, manquant des éléments d'appréciation et soustraits légalement aux dangers de toute mauvaise chance. Ces ouvriers eux-mêmes reconnaîtront-ils les sacrifices, et feront-ils mieux, comprendront-ils leurs nouveaux devoirs?... C'est un partisan déclaré de la participation qui parle. Je me demande ce que pourrait dire de plus celui qui n'a aucune confiance dans ce système si complexe, si délicat, si peu en rapport, au moins généralement, avec les tendances des masses, pour lesquelles il sera un sujet de défiance, défiance bien naturelle du reste, en raison de leur impuissance à juger des conditions dans lesquelles un inventaire sérieux peut et doit être établi.

M. Léon Sahler, manufacturier dans le Doubs et publiciste à ses heures, nous a donné un travail très étudié sur la participation. Cette étude comprend celle de l'enquête de M. le Dr V. Böhmert. Nous y avons trouvé déjà des faits nombreux et des opinions bien diverses sur la question. On trouvera cependant encore grand profit dans la lecture de la brochure de M. Léon Sahler (3) ; il comprend, en outre, une revue des questions générales qui intéressent le sujet, le salaire, les sociétés commerciales, le congrès de la participation en 1889, des objections sérieuses au système de la participation. L'auteur expose que par ce système, la rémunération de l'ouvrier ne dépend plus absolument de son travail, mais se trouve réglée par la capacité du chef d'industrie ; en cas de mécompte, ce chef est accusé de mauvaise foi ou d'incapacité. Le calcul du bénéfice sera toujours sujet à discussion ; il est lié à des conditions et circonstances qui échappent à l'ouvrier, qu'il ne saurait apprécier et qui motivent des amortissements et réserves que l'ouvrier pourra subir, mais qu'il n'admettra jamais. M. Sahler ajoute avec raison que, par suite de la concurrence excessive qui se produit de nos jours pour tous les produits de fabrication courante, dont les procédés sont partout très connus, les bénéfices deviennent de plus en plus minimes, sinon absolument nuls, et que les risques sont de plus en plus dangereux.

Parmi les maisons qui pratiqueraient la participation, M. Sahler cite le Bon Marché. Nous ne voyons dans l'organisation des œuvres patronales, très honorables, de la société du Bon Marché, absolument rien qui constitue, en faveur de son personnel, la participation aux bénéfices. Au cours de ce travail et en étudiant la proposition de loi de M. Guillemet, député, et d'un très grand nombre de ses collègues, qui présentent également le Bon Marché comme participationniste, nous aurons occasion d'exposer ce qu'il fait, d'après la déposition de M. Fillot, l'un de ses directeurs, à l'enquête de la commission extra-parlementaire des associations ouvrières, et le lecteur jugera s'il y a là une application de participation. Dans tous les cas, l'autorité est très solidement constituée dans cette maison ; elle ne l'est pas moins à Guise et à Angoulême, où la participation paraît plus réellement pratiquée (4).

(1) *La Question ouvrière au XIXe siècle*, par Paul Leroy-Beaulieu. Charpentier et Cie, libraires-éditeurs, Paris.

(2) *Des divers modes de rémunération du travail*, A. Gibon. Guillaumin et Cie, éditeurs, Paris.

(1) Voir *les Etudes statistiques sur l'industrie de l'Alsace*, par Charles Grad, 2 volumes. Colmar, imprimerie J.-B. Yung.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome X, n° 14, p. 230.

(3) *La participation aux bénéfices et ses résultats pratiques*, par M. Léon Sahler. *Annales économiques*, 4, rue Antoine-Dubois.

(4) La *Réforme sociale*, 1er avril 1891.

Digitized by Google

M. Sahler, après son examen du livre de M. Böhmert, ne juge pas, comme on l'a dit, que la participation conduit au temple de la coopération ; rien n'est plus différent, à son avis. Il ajoute que partout le produit de la participation est mis en tutelle ; partout, est trop absolu, mais le fait est fréquent ; il constate que la participation n'a jamais été pratiquée que par les exploitations parvenues à la fortune, aux plus grands succès. Il constate encore que, en général, et c'est là un point qui nous est cher et que nous avons souvent relevé, la participation a toujours amené l'harmonie, elle a produit les meilleurs effets. Oui, certes, on le constate, mais on constate aussi que l'harmonie préexistait et je crois qu'il faut dire plus justement que cette parfaite harmonie préexistante a conduit à la participation.

L'étude de M. Sahler est de 1891. Nous avons encore une étude postérieure à la sienne ; elle est d'un économiste distingué, d'un esprit pénétrant et indépendant, d'une franchise qui peut quelquefois déplaire, mais qui est pour nous un mérite, assez rare aujourd'hui, pour que nous y attachions un grand prix. Cette étude toute récente, *La participation et le malentendu social*, est de M. Ernest Brelay ; elle a paru dans la *Réforme sociale* (1), et a été réunie en brochure éditée par la maison Guillaumin.

Ce travail est très complet, autant par les vingt-neuf chapitres divers, très étudiés, qui le composent, que par les noms des écrivains, des industriels, des hommes éminents que l'auteur cite à l'appui de sa thèse. M. Ernest Brelay, pour me servir de ses propres expressions, n'est pas participophile, il attaque vivement, très vivement, la théorie de la participation ; mais il témoigne en toute occasion son respect pour les personnes qui ont confiance dans son succès, et principalement pour l'homme supérieur qui est le chef de l'Ecole.

Je ne puis songer à analyser son étude, mais j'en recommande la lecture attentive, et particulièrement celle des chapitres V et VII, qui traitent de la pratique de la participation, de ses contradictions, de ses complications ; des chapitres IX et X, qui exposent la statistique pseudo-participationniste, la vraie et fausse participation. J'ai indiqué dans cette étude les points divers traités dans ces chapitres, mais je n'ai pas cherché à les approfondir et à les analyser profondément. J'ai constaté que ce mode de rémunération du travail, pour des raisons très supérieures à sa pratique, bonne ou mauvaise, ne prenait pas dans le monde du travail une place marquée, qu'il était une exception évidente. J'ai négligé les critiques monographiques, qui ont leur importance, qu'il est très utile de connaître, qu'on trouvera chez M. E. Brelay ; mais elles m'auraient conduit trop loin ; et puis, j'ai ainsi la satisfaction de dire au lecteur qu'il les trouvera décrites par la plume d'un maître. Les derniers chapitres, et principalement le vingt-huitième, consacré à l'économie sociale, est à signaler. L'école que l'économie sociale représente est celle du patronage ; c'est celle qui se rattache aux enseignements de F. Le Play ; elle mérite d'être appelée l'Ecole du devoir, car on ne saurait montrer plus qu'elle de sollicitude à ceux qu'on appelle les « déshérités de la vie ». C'est par ces paroles élevées que se termine le chapitre XXVIII, sur lequel j'appelle l'attention.

L'opinion de M. E. Brelay se résume en ces mots : « la participation n'est qu'un expédient illusoire et dangereux, elle n'est qu'une branche du socialisme, c'est-à-dire un des plus grands périls qui menacent la patrie et la liberté ».

Le lecteur trouverait étrange que je termine cette revue des défenseurs et des adversaires de la participation sans dire au moins quelques mots des travaux et surtout de l'œuvre de M. de Courcy. Chacun sait, en effet, que M. de Courcy a institué en faveur des employés, attachés à la Compagnie d'Assurances Générales, une caisse de prévoyance dont les fonds sont fournis par un prélèvement annuel de 5 % sur les bénéfices payés aux actionnaires, et aussi qu'un compte spécial est ouvert à chacun des participants, mais qu'aux termes des statuts de cette caisse le participant ne peut toucher le montant de son compte qu'après vingt-cinq années de service ou à l'âge de soixante-cinq ans. M. de Courcy a voulu récompenser les longs et loyaux services, il a voulu aussi attacher à la Compagnie, par l'assurance d'un patrimoine, les serviteurs dévoués et capables. Ces deux intérêts respectables, ont guidé l'éminent administrateur de cette Compagnie puissante ; c'est un exemple dont le caractère est élevé, qui a été suivi et peut l'être plus encore dans une industrie aussi favorisée que celle des Sociétés d'assurances qui sont déjà d'ancienne origine, qui convient parfaitement aux maisons de banque, aux agents de change. Mais il est à noter qu'il s'agit là d'un personnel d'élite et que des caisses de prévoyance de ce genre n'ont aucun lien avec ce qui peut être tenté en faveur des ouvriers.

Parmi les objections que nous avons présentées dans le chapitre précédent, nous avons cité des chiffres qui prouvent que la participation est un fait très exceptionnel, et nous avons indiqué les motifs qui expliquent ce caractère exceptionnel. Le fait est évident, il n'est pas à démontrer ; mais il est utile de témoigner que des hommes considérables, très partisans du système, le reconnaissent hautement. M. E. Levasseur, de l'Institut, qui présidait le Congrès de la participation en 1889, s'est exprimé ainsi à ce sujet :

« Sans doute, quand on regarde l'ensemble industriel du monde, la participation n'est encore qu'un infiniment petit. Quelques recrues que vous ayez faites, vous n'êtes encore qu'un très petit nombre relativement à la multitude des entreprises industrielles, commerciales et agricoles. Mais je puis dire, — et je ne crois flatter aucun de ceux qui sont ici, en parlant ainsi — que vous êtes une élite ; car il faut des qualités d'esprit et de cœur toutes particulières, pour entreprendre ce que vous avez accompli : c'est le cœur, plus encore que l'intérêt, qui vous a soutenus dans cette œuvre difficile. Je crois que vous serez très longtemps encore une petite minorité, mais vous êtes au poste d'honneur. »

M. Léon Say, l'éminent président et rapporteur général du groupe de l'Economie sociale à l'Exposition universelle de 1889, partisan, comme M. Levasseur, de la participation aux bénéfices, dit dans son rapport général :

« Si l'on examine la participation aux bénéfices en dehors de l'idée générale de progrès de l'humanité et simplement au point de vue de l'augmentation qu'elle peut assurer au travail dans le partage de la valeur marchande des produits consommés, on est bien obligé de reconnaître qu'elle n'a d'objet que s'il y a des bénéfices. Or, malheureusement, c'est le cas du moins grand nombre des entreprises de l'industrie. Le bénéfice de bien des patrons est de vivre, et, à l'instar de Sieyès, après l'agitation d'une vie employée dans les affaires, ils peuvent dire simplement : « J'ai vécu ».

Nous terminerons ici cette consultation. Le lecteur la trouvera peut-être fort étendue ; nous l'avons jugée nécessaire pour appuyer les objections et les faits que nous avons présentés dans notre second chapitre. Il nous semble que les témoignages que nous soumettons au jugement de nos pairs, Ingénieurs et Industriels, sont concluants, non pas contre le principe de la participation, mais à ce point de vue que *la participation aux bénéfices ne peut être la base d'une réorganisation du salaire*. M. Emile Levasseur a raison quand il dit que les hommes qui l'appliquent et qui jusqu'aujourd'hui, composent une minorité infiniment petite forment un groupe d'élite, nous l'avons répété souvent déjà au cours de ce travail, et l'une des raisons qui nous font croire que la participation ne saurait se vulgariser, c'est que les hommes d'élite sont rares, et encore faut-il remarquer que ces hommes d'élite ne sont arrivés à la participation qu'après le succès. Cette participation est pour ainsi dire la consécration d'une harmonie parfaite qui existait depuis longtemps dans leurs usines. M. Léon Say, de son côté, dit une grande vérité, que nous avons cherché à établir également, c'est que l'industrie rapporte très rarement des bénéfices, c'est là le cas du moins grand nombre et souvent après l'agitation d'une vie employée dans les affaires, on peut dire : « J'ai vécu ». On ne peut donc espérer que la participation soit un moyen général qui puisse réaliser la paix des ateliers. Rappelons encore les avis d'Emile Muller, partisan également du système ; ceux de M. P. Leroy-Beaulieu, de Block, de Sahler, de Brelay, etc. Tous ont étudié sérieusement la question. Tous honorent les hommes, tous admirent les qualités de ceux qui font effort pour le succès, mais tous aussi font des objections appuyées sur les considérations les plus sérieuses et sur les faits les plus réels. Nous avons présenté les nôtres, et par la consultation qui a suivi notre exposé, on peut voir combien elles s'accordent non seulement avec celles des hommes les plus éminents de notre pays, mais aussi avec celles des écrivains et des manufacturiers des pays étrangers : John Max Smith, Max Weigert, Moschell, etc. Sans doute, nous avons trouvé des défenseurs énergiques de la participation et parmi eux H. Fawcett et J. Stuart Mill, deux hommes de grand mérite. Mais qui admettra avec eux que le salaire puisse être remplacé par une association générale ? L'homme a perdu le paradis terrestre : la vie est une lutte, des intérêts opposés sont toujours en présence ; les ménages parfaits, où les intérêts sont si absolument identiques, sont bien rares, il est difficile d'admettre la perfection. M. Ch. Robert lui-même reconnaît les difficultés de l'application de sa thèse. Il ne saurait méconnaître les réserves de ses meilleurs amis et particulièrement celles de MM. Léon Say, Muller, E. Levasseur, et nous sommes convaincu qu'il a l'esprit et le cœur assez haut placés pour reconnaître également les vérités que les adversaires de la participation, envisagée comme système, lui présentent respectueusement.

Cependant, quoi qu'il en soit de ces vérités, un grand nombre de députés, à la tête desquels se place l'honorable M. Guillemet, ont déposé, à la date du 22 mai dernier, une proposition de loi relative à la participation aux bénéfices dans les entreprises et les concessions de l'Etat. Il nous paraît utile d'en faire l'examen. Cette étude sera le sujet de notre prochain article.

(A suivre.) A. GIBON.

(1) *Réforme sociale* des mois de juillet, août, septembre et octobre 1891. Publié également en brochure. Guillaumin et Cie.

SCIENCES

NOMOGRAPHIE

Les calculs usuels effectués au moyen des Abaques

par M. Maurice d'OCAGNE, *Ingénieur des Ponts et Chaussées.*

(Suite et fin (1)*.)*

VI. — Les dispositions déjà décrites n'étaient qu'un premier pas dans la voie des applications que comporte l'emploi des échelles binaires.

Considérons les six directions, numérotées de 1 à 6, que déterminent autour de leur point commun O trois droites concourantes, inclinées à 60 degrés et graduées de telle sorte que les chiffraisons a sur la direction 1, b sur 3, c sur 4, d sur 5, marquent des points respectivement situés aux distances a, b, c, d de l'origine. Faisons passer par les points a et b les deux premiers axes, M et N, de l'indicateur. Le troisième axe P déterminera sur la direction 2, bissectrice des directions 1 et 3, un segment $a + b$. Déplaçons l'indicateur, en faisant glisser P sur lui-même, jusqu'à ce que M vienne passer

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 4, p. 58 ; n° 5, p. 72.

Digitized by Google

par le point c de 4. L'axe N déterminera sur 3, bissectrice de 2 et 4, un segment $a + b + c$. Faisons ensuite glisser N sur lui-même, jusqu'à ce que P marque le point d de 5. L'axe M déterminera sur 4 un segment $a + b + c + d$. On pourrait continuer indéfiniment autour du point 0 ces additions graphiques successives. Supposons que la dernière de la série soit celle qu'on vient d'effectuer sur 4. Projetons, parallèlement à M, Od en O_1e, sur une échelle 4_1, parallèle à 4 et graduée de telle sorte que $O_1e = e$. On a $a + b + c + d = e$. On peut d'ailleurs prendre sur 1, 2, 3,... des origines autres que O, pourvu qu'elles se correspondent successivement trois à trois sous les axes de l'indicateur.

Cela posé, accolons à chacune des directions 1, 3, 4, 5, 4_1, des échelles binaires donnant respectivement, sur ces directions mêmes (§ V), les valeurs de $f(\alpha, \alpha')$, $\varphi(\beta, \beta')$, $\psi(\gamma, \gamma')$, $\chi(\delta, \delta')$ et de $F(\varepsilon, \varepsilon')$. Nous aurons ainsi la représentation de l'équation exprimant que la dernière de ces fonctions est égale à la somme des quatre autres, ou que celles-ci, et la fonction F changée de signe, forment une somme égale à zéro. L'opération pouvant être étendue à un nombre quelconque de segments, la méthode permettra de représenter toute équation dont le premier membre, égalé à zéro, se décompose en une somme d'*éléments binaires*, c'est-à-dire de fonctions ne contenant pas chacune plus de deux variables.

Une transformation logarithmique ramènerait au cas précédent toute équation formée par l'égalité d'un produit d'*éléments binaires* à une constante.

M. Lallemand ne s'est pas arrêté là. Faisant intervenir la multiplication graphique après l'addition, il est parvenu à représenter toute équation dont chaque membre est décomposable en une somme de produits d'éléments binaires.

Accolons à un axe Ox : d'une part l'échelle binaire E_1, donnant sur cet axe les valeurs de $\varphi(\alpha, \beta)$ au moyen des parallèles à Oy ; d'autre part l'échelle à radiantes E_2 (§ III) donnant les valeurs de $\psi(\gamma, \delta)$, par les coefficients angulaires des droites qui vont de l'origine aux croisements des isoplèthes (γ), (δ). D'après la définition de ces deux échelles, $x = \varphi(\alpha, \beta)$ et $y = x\psi(\gamma, \delta)$ sont les coordonnées du point M d'intersection de la parallèle à Oy menée par le point commun aux isoplèthes (α), (β) de E_1 et de la droite qui va du point O au point commun aux isoplèthes (γ) (δ) de E_2. On a donc :

$$y = \varphi(\alpha, \beta)\,\psi(\gamma, \delta)$$

et la valeur du produit des deux fonctions est donnée sur Oy par la parallèle menée du point M à Ox.

Faisons maintenant coïncider avec Oy l'axe Ox' d'une seconde échelle à radiantes donnant les valeurs de $\chi(\varepsilon, \eta)$. La répétition de l'opération précédente donnera

$$\varphi(\alpha, \beta)\,\psi(\gamma, \delta)\,\chi(\varepsilon, \eta)$$

et l'on obtiendra de la même manière le produit d'un nombre quelconque d'éléments binaires. D'autres produits analogues pouvant être obtenus sur autant d'échelles disposées comme la précédente, il suffira de combiner ces échelles par voie d'addition, en suivant le procédé indiqué au commencement de ce paragraphe, pour obtenir la représentation d'une équation de la forme :

$$\varphi(\alpha, \beta)\,\psi(\gamma, \delta) \cdots\cdots + \varphi_1(\alpha_1, \beta_1)\,\psi_1(\gamma_1, \delta_1) \cdots\cdots + \varphi_n(\alpha_n, \beta_n)\,\psi_n(\gamma_n, \delta_n) = o.$$

On peut encore recourir à d'autres modes de combinaison des éléments binaires (1). Il suffit, par exemple, d'accoler respectivement à l'axe des x et à celui des y un abaque portant les isoplethes $F(x, y, \varepsilon) = o$ les échelles

$$x = \varphi(\alpha, \beta),\quad y = \psi(\gamma, \delta)$$

pour avoir la représentation de l'équation

$$F[\varphi(\alpha, \beta), \psi(\gamma, \delta, \varepsilon)] = o.$$

M. d'Ocagne a choisi comme application de ces principes l'abaque de la déviation du compas, un des plus élégants que M. Lallemand ait construits. Mais nous ne saurions, sans sortir des limites de ce compte rendu, céder à la tentation d'en faire connaître les intéressantes particularités.

VII. — L'introduction d'une quatrième variable amènerait (§ V), dans les abaques cartésiens, un encombrement de lignes qui doit faire rejeter ce mode de représentation quand le nombre des variables dépasse trois.

La méthode des éléments binaires peut alors intervenir, à condition toutefois que les variables soient classées par couples. On se trouverait en effet dans l'impossibilité de déterminer une variable qui figurerait *comme inconnue* dans plusieurs groupes binaires, puisqu'elle correspondrait à autant de systèmes d'isoplèthes qu'il y aurait, dans l'équation, de groupes la contenant.

La méthode des *points doublement isoplèthes*, due à M. d'Ocagne (2), lève du même coup ces deux sortes d'empêchements.

Les équations (I), représentées (§ II) par les faisceaux d'isoplèthes d'un abaque à triple réglure, ont pour corrélatives (§ IV), dans le système des coordonnées parallèles de droites, trois équations de même forme, qui renferment respectivement les paramètres arbitraires α, β, γ. Faisons varier β et γ, dans les nouvelles équations (I_2) et (I_3) ; nous obtiendrons deux séries de points isoplèthes cotés, (β) et (γ), distribuées sur deux courbes distinctes. Introduisons dans (I_1) un second paramètre arbitraire δ et assignons à α, dans la même équation, des valeurs successives ; nous obtiendrons, pour chacune d'elles, par variation de δ, une courbe du système de courbes isoplèthes (α) ; et de même, pour les valeurs successives attribuées à δ, nous aurons, par variation de α, une courbe isoplèthe du système (δ).

La relation (E) entre les quatre variables est donc représentée par un abaque composé de deux séries de points isoplèthes (β), (γ) et de deux séries de courbes isoplèthes (α), (δ). Les couples de valeurs correspondantes des variables α, δ déterminent, par le croisement de leurs isoplèthes (α), (δ), les points doublement isoplèthes (I_1), et les valeurs correspondantes des quatre variables sont liées par la condition que les points (β), (γ), (I_1) soient en ligne droite.

M. d'Ocagne fait une première application de cette méthode à l'équation complète du troisième degré

$$z^3 + nz^2 + pz + q = o.$$

Les coordonnées de droites portées sur les axes parallèles Au, Bv, étant u et v, on prend, pour équation (I_2), $u = p$, pour (I_3), $v = q$. L'équation (I_1) est alors :

$$z^3 + nz^2 + uz + v = o.$$

Les axes parallèles sont respectivement les lieux des systèmes de points simplement isoplèthes (p) et (q). Quant aux points doublement isoplèthes (I_1), si on les rapporte, en coordonnées cartésiennes, à l'axe AB et à la parallèle à Au passant par le milieu de AB, on trouve qu'ils sont aux croisements des droites isoplèthes (z), parallèles aux axes Au, Bv, donnés par l'équation

$$x = \frac{1 - z}{1 + z}$$

et des courbes isoplèthes (n) qu'on obtient, par variation de z, pour chacune des valeurs successivement attribuées à n dans l'équation

$$y = -\frac{z^3 + nz^2}{1 + z}.$$

M. d'Ocagne fait remarquer que l'ordonnée y du point de croisement d'une isoplèthe (n) quelconque et d'une droite (z) et l'ordonnée y_0 du point de croisement de la même droite (z) et de l'isoplèthe (n_0) particulière à l'équation trinôme (§ IV), sont liées par une relation qui permet de construire et de coter facilement toutes les courbes (n) en portant, à partir de (n_0) et parallèlement aux (z), des longueurs faciles à déterminer.

La traduction en abaque de l'équation complète devient ainsi beaucoup plus simple. L'artifice peut d'ailleurs être mis à profit pour diverses autres formules.

M. d'Ocagne applique ensuite la méthode des points doublement isoplèthes aux équations à quatre variables du quatrième et du cinquième degré et à la relation qui donne la distance sphérique de deux points en fonction de leurs latitudes et de la différence de leurs longitudes. L'abaque de cette relation, obtenu directement, peut aussi être déduit par transformation de celui que M. Collignon avait précédemment donné.

Un dernier exemple, emprunté à la relation entre les distances focales d'une lentille et les distances de son centre à deux points conjugués, montre combien la méthode excelle à fournir d'emblée les solutions les plus simples.

L'introduction d'une seconde variable δ dans (I_1) a fourni, pour l'équation (E) à quatre variables, deux systèmes de points simplement isoplèthes et un système de points doublement isoplèthes. L'introduction simultanée d'une seconde variable ε dans (I_2) fournira de même, pour une équation (E) à cinq variables, un système de points simplement isoplèthes et deux systèmes de points doublement isoplèthes. Et si l'on introduit aussi une seconde variable η dans (I_3), on aura, pour une équation (E) à six variables, trois systèmes de points doublement isoplèthes, c'est-à-dire trois systèmes doubles de courbes isoplèthes. Si les limites pratiques de variation de chacun des trois couples de variables sont telles que les parties utiles des courbes ne se superposent pas, l'abaque est facile à lire. Mais on échappe rarement à la superposition au moins partielle des divers réseaux, et, par suite, à la confusion résultant d'un enchevêtrement inextricable des lignes et des cotes de l'épure. On peut obvier à cet inconvénient en faisant glisser deux des systèmes doubles de courbes, l'un à droite, l'autre à gauche, parallèlement à une direction arbitraire, jusqu'à ce qu'ils laissent à découvert le troisième système resté fixe. L'inévitable inconvénient de cet artifice consistera en ce que, pour chaque lecture, les points correspondants des deux systèmes déplacés devront être ramenés à leurs positions primitives, où ils se trouveront alignés avec le point correspondant du troisième système.

L'auteur se reporte, dans une note finale, aux trois équations (I) qu'il avait prises comme point de départ (§ II). Les deux premières sont des relations entre x et y et, respectivement, les paramètres arbitraires α, β. On en construit sur un plan fixe les cours d'isoplèthes (α), (β), rapportés aux axes Ox, Oy. On trace, d'autre part, sur un transparent un troisième cours d'isoplèthes (γ) relatif à l'équation (I_3) entre le troisième paramètre γ et les coordonnées x', y' de la nouvelle figure, rapportée aux axes $O'x'$, $O'y'$. On fait glisser le transparent sur le plan fixe de telle manière que les axes mobiles, maintenus parallèles aux axes fixes, viennent passer, savoir : Oy' par le point de Ox coté δ, dont l'abscisse est $\varphi(\delta)$, et Ox' par le point de Oy marqué ε, dont l'ordonnée est $\varphi(\varepsilon)$. L'équation (I_3) des isoplèthes (γ), rapportées aux axes *fixes*, est alors :

$$F_3[x - \varphi(\delta),\ y - \psi(\varepsilon),\ \gamma] = 0.$$

(1) Le *Mémoire sur l'intégration graphique* de M. Massau, déjà cité, contient, après la généralisation du principe de l'anamorphose, de nombreux exemples d'abaques diversement combinés par voie de juxtaposition ou de superposition.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 23 février 1891.

Digitized by Google

Il suffit d'éliminer x et y entre (I_1), (I_2) et cette dernière équation pour obtenir l'équation (E), où

$$F_3[f_1(\alpha, \beta) - \varphi(\delta),\ f_2(\alpha, \beta) - \psi(\varepsilon),\ \gamma] = 0,$$

représentée par la combinaison du tableau fixe et du transparent mobile.

Si l'on accole aux axes fixes, au lieu des échelles linéaires donnant $\varphi(\delta)$, $\psi(\varepsilon)$, des échelles linéaires donnant $\varphi(\delta, \zeta)$, $\psi(\varepsilon, \eta)$, on aura la représentation de l'équation

$$F_3[f_1(\alpha, \beta) - \varphi(\delta, \zeta), f_2(\alpha, \beta) - \psi(\varepsilon, \eta), \gamma] = 0.$$

On peut d'ailleurs imaginer, pour la construction et l'usage des transparents, les dispositions les plus variées. Nous rappelons à ce propos qu'au livre III de son mémoire déjà cité (1884), M. Massau avait proposé de tracer l'une des équations (I) sur un premier tableau et les deux autres sur deux feuilles transparentes mobiles dont le déplacement au-dessus du tableau fixe permettait de représenter certaines fonctions de huit variables.

VIII. — Les personnes qui ne cultivent pas la théorie pour elle-même verront peut-être avec quelque prévention, dans cet exposé un peu abstrait des principes généraux de la méthode, la marque propre aux recherches purement spéculatives. Nous leur demandons de ne pas décider d'après cette première apparence. Le sujet intéressera, sans aucun doute, les géomètres et les professeurs; mais il est encore plus digne de fixer l'attention des ingénieurs, des industriels, des physiciens, des navigateurs, de tous ceux qui, dans les diverses branches de la science appliquée et de l'art technique, ont à faire un fréquent usage de formules parfois très complexes. Un dessinateur quelque peu exercé construira rapidement et sans difficulté, pour représenter ces formules, des abaques d'autant plus simples qu'on aura su faire un choix plus judicieux des dispositions appropriées à chaque cas. Et l'abaque, construit une fois pour toutes, fournira au premier venu, par une simple lecture, « sans nécessité de plume, papier ni encre » (1), des résultats enregistrés d'avance, auxquels les moyens ordinaires n'auraient conduit que par des calculs laborieux, sujets à erreur, exigeant d'ailleurs l'emploi d'un personnel préparé. Aussi croyons-nous utile qu'une place soit faite, dans les écoles techniques, à l'enseignement des méthodes nomographiques, dont le précurseur fut un Français du dernier siècle et que d'autres savants, presque tous Français, ont successivement développées.

Lorsqu'en 1839, Cousinery a donné les règles si simples et si pratiques du *calcul par le trait*, c'est à peine si quelques rares fervents ont pris garde à son invention; et il n'a fallu rien moins qu'une très illustre estampille étrangère pour appeler l'attention sur des procédés qui devaient constituer un chapitre préliminaire de la statique graphique. Le même sort a été réservé aux premiers travaux de Poncelet sur la statique géométrique et aux recherches originales, trop peu connues, de Lamé et Clapeyron et du capitaine Michon sur les propriétés du polygone funiculaire (2). Pareille mésaventure sera épargnée, grâce à M. d'Ocagne, à cette autre branche du calcul graphique qui a pour but de dégager les inconnues d'une relation, non plus au moyen d'une construction particulière à chaque cas, mais par une simple lecture. Non content, en effet, de doter la méthode d'un nouveau principe, aussi élégant en théorie que fécond en applications pratiques, M. d'Ocagne a su donner à la nomographie, par la coordination et la synthèse des recherches antérieures, le caractère de généralité qui est l'essence de toute doctrine scientifique.

Paul TERRIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) L. Pouchet. *Arithmétique linéaire*, an IV.

(2) Culmann, dans la préface de son œuvre magistrale, rend pleine justice à Poncelet, à Michon, à Cousinery. Il ignorait certainement les travaux de Lamé et Clapeyron, publiés en 1826 et 1827 dans le *Journal des voies de communication* de Saint-Pétersbourg.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 43; n° 4, p. 54.

CHEMINS DE FER

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE CHEMIN DE FER

(Suite [3].)

Nous avons, dans nos deux précédents articles, indiqué comment se sont répartis les nombreux accidents de chemins de fer survenus en France du 1er juillet au 25 octobre, et nous les avons examinés au point de vue statistique, suivant le nombre de leurs victimes, suivant leur importance, suivant le jour où ils se sont produits, etc.; nous allons maintenant nous occuper de leur répartition géographique. Nous en avons déjà eu un premier aperçu, en les distinguant par Compagnie; mais cette distinction est loin de donner une idée suffisante des régions de la France qui ont été plus particulièrement éprouvées. Hâtons-nous, du reste, de dire que lorsqu'un accident se produit sur un point d'une ligne, il arrive qu'un certain nombre de victimes de cet accident appartiennent à la région même où se trouve cette localité; il n'y a guère que dans les catastrophes de trains rapides, comme celle de Velars, qui est arrivée il y a plus de trois ans, que les victimes sont toutes étrangères à la région.

Voici, toutes Compagnies confondues, comment se sont trouvés répartis les accidents de chemins de fer par département. Nous avons distingué, dans ce tableau, les accidents ayant causé des victimes ainsi que le nombre de ces victimes, de ceux qui n'ont entraîné que des dégâts purement matériels.

Répartition des accidents de chemins de fer (juillet-octobre 1891) par département.

	Ayant fait des victimes.		Ayant produit des avaries matérielles.	Total.
	Nombre.	Victimes.		
1 Ain	»	»	»	»
2 Aisne	»	»	»	»
3 Allier	»	»	»	»
4 Alpes (Basses-)	»	»	»	»
5 Alpes (Hautes-)	»	»	1	1
6 Alpes-Maritimes	»	»	»	»
7 Ardèche	1	6	3	4
8 Ardennes	»	»	»	»
9 Ariège	»	»	»	»
10 Aube	»	»	»	»
11 Aude	1	4	1	2
12 Aveyron	1	10	»	1
13 Bouches-du-Rhône	1	1	8	9
14 Calvados	»	»	»	»
15 Cantal	1	3	2	3
16 Charente	»	»	1	1
17 Charente-Inférieure	»	»	4	4
18 Cher	»	»	»	»
19 Corrèze	»	»	1	1
20 Corse	»	»	1	1
21 Côte-d'Or	»	»	1	1
22 Côtes-du-Nord	»	»	1	1
23 Creuse	»	»	1	1
24 Dordogne	»	»	»	»
25 Doubs	»	»	»	»
26 Drôme	»	»	1	1
27 Eure	»	»	2	2
28 Eure-et-Loir	»	»	1	1
29 Finistère	1	2	»	1
30 Gard	»	»	»	»
31 Garonne (Haute-)	»	»	»	»
32 Gers	»	»	»	»
33 Gironde	»	»	»	»
34 Hérault	»	»	2	2
35 Ille-et-Vilaine	»	»	»	»
36 Indre	»	»	1	1
37 Indre-et-Loire	3	4	3	6
38 Isère	2	25	1	3
39 Jura	1	4	1	2
40 Landes	1	1	1	2
41 Loir-et-Cher	»	»	»	»
42 Loire	»	»	8	8
43 Loire (Haute-)	»	»	1	1
44 Loire-Inférieure	»	»	5	5
45 Loiret	»	»	»	»
46 Lot	»	»	1	1
47 Lot-et Garonne	»	»	1	1
48 Lozère	»	»	1	1
49 Maine-et-Loire	»	»	2	2
50 Manche	»	»	»	»
51 Marne	»	»	1	1
52 Marne (Haute)	»	»	»	»
53 Mayenne	»	»	»	»
54 Meurthe-et-Moselle	1	2	»	1
55 Meuse	»	»	»	»
56 Morbihan	»	»	»	»
57 Nièvre	»	»	2	2
58 Nord	1	2	7	8
59 Oise	3	2	2	5
60 Orne	1	1	1	2
61 Pas-de-Calais	1	8	5	6
62 Puy-de-Dôme	»	»	1	1
63 Pyrénées (Basses-)	1	10	1	2
64 Pyrénées (Hautes-)	»	»	»	»
65 Pyrénées-Orientales	1	3	»	1
66 Territoire de Belfort	»	»	»	»
67 Rhône	2	7	3	5
68 Saône (Haute-)	1	2	2	3
69 Saône-et-Loire	»	»	3	3
70 Sarthe	1	1	1	2
71 Savoie	1	8	»	1
72 Savoie (Haute-)	»	»	»	»
73 Seine	10	322	4	14
74 Seine-Inférieure	4	23	3	7
75 Seine-et-Marne	»	»	4	4
76 Seine-et-Oise	2	13	8	10
77 Sèvres (Deux-)	»	»	7	7
78 Somme	1	2	3	4
79 Tarn	1	21	1	2
80 Tarn-et-Garonne	»	»	»	»
81 Var	»	»	»	»
82 Vaucluse	»	»	»	»
83 Vendée	»	»	4	4
84 Vienne	»	»	2	2
85 Vienne (Haute-)	»	»	1	1
86 Vosges	1	3	1	2
87 Yonne	»	»	1	1
Non classés, lieux inconnus	2	8	12	14
TOTAL	48	520	136	184

D'après ce tableau, les départements qui ont compté le plus d'accidents de chemins de fer, du 1er juillet au 25 octobre, sont :

La Seine	14	accidents,	dont 10 ont fait ensemble 322 victimes.
La Seine-et-Oise	10	—	dont 2 ont fait 13 victimes.
Les Bouches-du-Rhône	9	—	dont 1 a fait une victime.
La Loire	8	—	dont aucun n'a fait de victimes.
Le Nord	8	—	dont 1 a fait 2 victimes.
La Seine-Inférieure	7	—	dont 4 ont fait 23 victimes.
Les Deux-Sèvres	7	—	dont aucun n'a fait de victimes.

Digitized by Google

Dans trente départements il n'y a pas eu d'accidents. Ces départements ne sont pas toujours ceux où il y a le moins de chemins de fer ni d'embranchements, par exemple; l'Aisne, l'Aube, le Cher, le Doubs, la Gironde, l'Ille-et-Vilaine, la Haute-Garonne, Belfort, sont des départements où les mouvements de trains sont très intenses et où se trouvent de grandes gares, et néanmoins aucun accident n'y a été relevé pendant la période de crise que nous examinons.

Quant au nombre des victimes, c'est bien entendu dans le département de la Seine que l'on en compte le plus, à cause, toujours, de la catastrophe de Saint-Mandé. Sur 520 victimes, il y en a eu 322 dans la Seine. Viennent ensuite par ordre décroissant :

Isère	25	victimes	(1 accident) Moirans.
Oise	24	—	(3 accidents) Marœuil, 17 victimes.
Seine-Inférieure	23	—	(4 accidents) Aumale, 13 victimes.
Tarn	21	—	(1 accident) Mousquette, 21 victimes.
Seine-et-Oise	13	—	(2 accidents) Jargan, 3 victimes; Brunoy, 10 victimes.
Aveyron	10	—	(1 accident) Najac, 10 victimes.
Basses-Pyrénées	10	—	(1 accident) Laas, 10 victimes.
Savoie	8	—	(1 accident) Annemasse, 8 victimes.
Pas-de-Calais	8	—	(1 accident) La Maison-Rouge, Lens, 8 victimes.

Au point de vue technique, les accidents de chemin de fer, ayant fait des victimes, ou ayant simplement amené des dégâts matériels, doivent être envisagés de la même façon, car aucune force humaine ne peut, au moment même de l'accident, le détourner ou l'atténuer. Nous allons désormais considérer, dans leur distribution sur les lignes, les accidents de toutes natures, quelles qu'en aient été les causes et les conséquences.

Mais, auparavant, il convient de présenter une situation d'ensemble. Le tableau précédent nous a fourni les éléments d'une carte (fig. 1) qui n'est pas sans offrir de l'intérêt. Nous avons réuni, par département, tous les accidents de chemins de fer qui se sont produits de juillet à fin octobre 1891, et nous avons attribué à chaque département, une teinte plus ou moins forte, suivant le nombre d'accidents survenus dans l'étendue de territoire de ce département. Un cartouche spécial indique le nombre des accidents et celui des victimes, lorsqu'il y en a eu.

Comme il a été dit plus haut, aucun accident n'a été relevé dans 30 départements. Ces 30 départements, répartis assez irrégulièrement dans l'étendue de la France, se trouvent principalement :

A l'Ouest : groupe du Calvados, de la Manche, de la Mayenne, de l'Ille-et-Vilaine, du Morbihan.

Au Nord-Est : groupe de l'Aube, de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse, de la Haute-Marne.

Au Centre : groupe du Loiret, du Loir-et-Cher, du Cher, de l'Allier.

A l'Est : groupe de l'Ain, du Doubs, de Belfort, de la Haute-Savoie.

Au Nord-Est : groupe des Alpes-Maritimes, du Var, de Vaucluse, du Gard, des Hautes-Alpes.

Au Sud : deux groupes, Gironde et Dordogne d'une part, et d'autre part, Tarn-et-Garonne, Gers, Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège.

Un coup d'œil jeté sur notre carte suffit pour distinguer nettement les régions qui ont été le plus éprouvées par les accidents. C'est tout d'abord un groupe compact formé par les départements de la Seine, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Seine-Inférieure, Oise. L'activité du trafic de marchandises et du mouvement des voyageurs explique facilement ces nombreux accidents arrivés à Paris, dans la banlieue, et dans un noyau restreint autour de la capitale.

Mais ce qui s'explique moins, c'est la fréquence marquée des accidents, dans les régions suivantes :

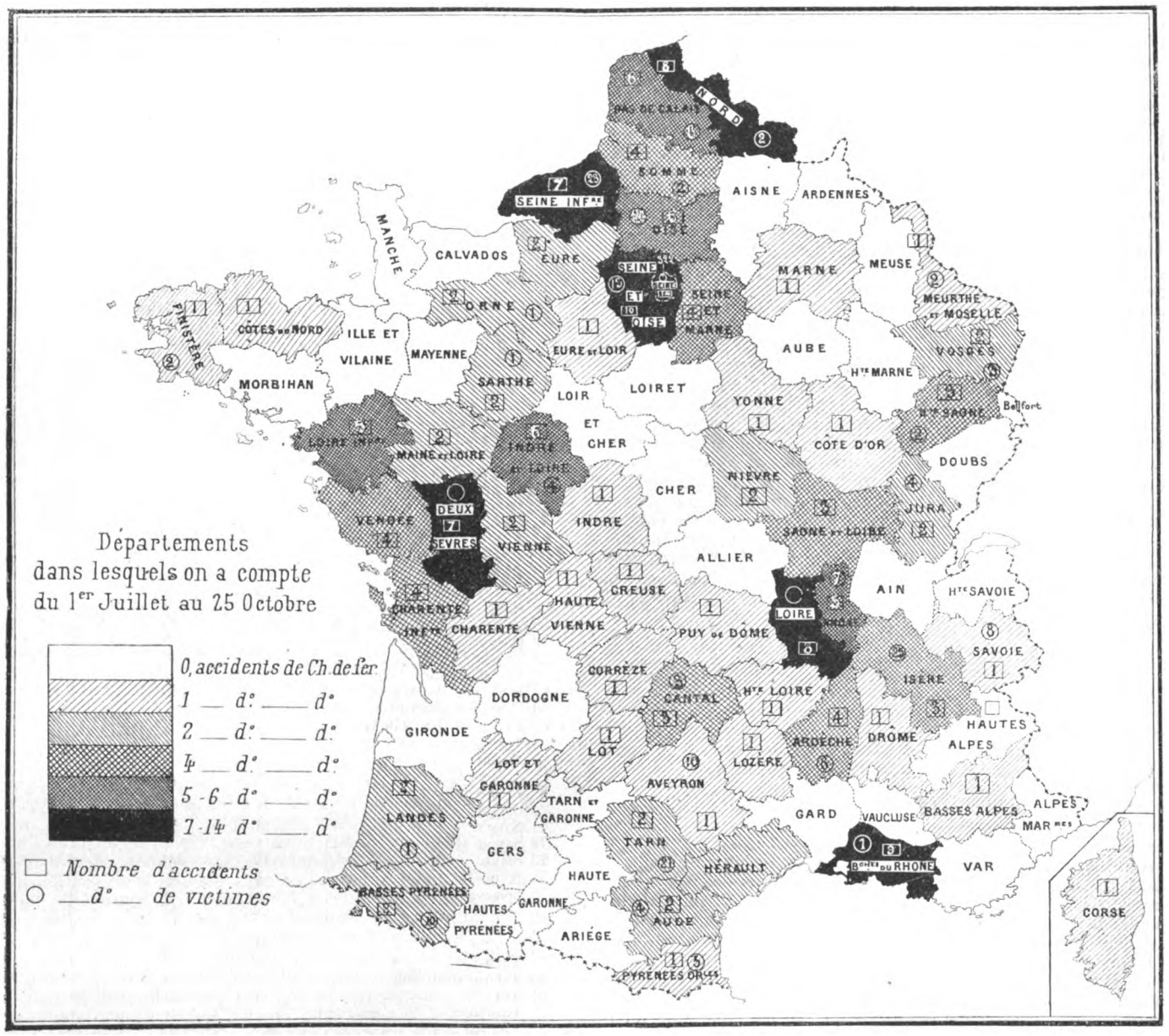


FIG. 1. — Carte de la France représentant, par une teinte plus ou moins forte, le nombre d'accidents de chemins de fer qui se sont produits dans chaque département pendant la période du 1er juillet au 25 octobre 1891.

Réseau d'Orléans et de l'Etat : groupe des départements d'Indre-et-Loire, 6 accidents (4 victimes); Maine-et-Loire, 2 accidents (8 victimes); Loire-Inférieure, 5 accidents; Vendée, 4 accidents; Deux-Sèvres, 7 accidents; Vienne, 2 accidents; Charente-Inférieure, 4 accidents.

Réseaux de P.-L.-M. et Est : groupe des départements du Jura, 2 accidents (4 victimes); Haute-Saône, 3 accidents (2 victimes); Vosges, 2 accidents (3 victimes; Meurthe-et-Moselle, 1 accident (2 victimes).

Réseau de P.-L.-M. Groupe très étendu, allant de la Haute-Saône à Marseille et comprenant surtout : Jura, 2 accidents (4 victimes); Saône-et-Loire, 3 accidents; Rhône, 5 accidents (7 victimes); Loire, 8 accidents; Isère, 3 accidents (25 victimes); Ardèche, 4 accidents (6 victimes); Bouches-du-Rhône, 9 accidents (1 victime).

Digitized by Google

Réseau du Midi. Deux groupes distincts. L'un comprenant la région entre le Cantal et les Pyrénées-Orientales : Cantal, 3 accidents (3 victimes); Aveyron, 1 accident (10 victimes); Tarn, 2 accidents (21 victimes); Aude, 2 accidents (4 victimes); Pyrénées-Orientales, 1 accident (3 victimes). L'autre groupe, beaucoup plus réduit, comprenant seulement le Lot-et-Garonne, 1 accident; les Landes, 2 accidents (1 victime); les Basses-Pyrénées, 2 accidents (10 victimes).

Telle est la physionomie de la France envisagée sous le point de vue de la répartition géographique des accidents de chemins de fer.

Il convient, ce rapide coup d'œil jeté sur la carte ci-dessus, d'entrer plus avant dans le détail et de signaler les points mêmes sur lesquels se sont produits le plus d'accidents.

Dans les Bouches-du-Rhône, sur 9 accidents signalés, 4 ont eu lieu à Marseille-Saint-Charles : deux collisions, le 3 juillet et le 23 du même mois; un déraillement causé par rupture d'essieu, le 31 août, et une prise en écharpe, le 6 septembre. Dans ces 4 accidents, un seul voyageur a été blessé (un agent des postes).

Dans le Cantal, sur 3 accidents, 2 ont eu lieu à Aurillac : une collision le 1er septembre, et une autre 6 jours après (3 victimes).

Dans la Charente, 4 accidents sans gravité, dont 2 à Saintes, le 15 juillet et le 17 août.

Dans le département d'Indre-et-Loire, sur 6 accidents, 5 se sont produits à Tours ou à Saint-Pierre-des-Corps (réseau d'Orléans). A Saint-Pierre-des-Corps, ils ont eu lieu le 6, le 13 et le 16 septembre, c'est-à-dire à des dates fort rapprochées (1 agent tué), et à Tours, le 9 et le 28 septembre (1 agent tué).

Le département de l'Isère a eu 1 accident en septembre et 2 accidents en octobre, 1 à Saint-Priest le 4 octobre, qui a blessé un homme, et l'autre à Moirans, déraillement ayant fait 3 tués et 20 blessés.

Dans le département de la Loire, 8 accidents, presque tous dans les environs de Saint-Etienne, mais ces accidents n'ont pas fait de victimes.

Dans la Loire-Inférieure, 5 accidents, dont 3 à Nantes (2 à la Compagnie d'Orléans et 1 à l'État), accidents sans gravité.

Dans le département du Nord, il n'y a pas eu moins de 8 accidents, mais un seul à Pont-de-la-Deule a fait des victimes (2 blessés); 2 ont eu lieu à Lille et 2 au Cateau.

L'Oise a eu 5 accidents, ce qui est plus, toutes proportions gardées, que le département précédent, d'autant plus que 3 sur ces 5 ont fait des victimes : Estrées-Saint-Denis, 18 juillet, 2 agents blessés; Mareuil, 7 septembre, 16 voyageurs blessés, 1 agent blessé; Maignelay, déraillement, 31 août, collision, 5 blessés.

Sur les 6 accidents survenus dans le département du Pas-de-Calais, 1 seul, collision, à la Maison-Rouge (Lens) a fait 8 victimes : 3 voyageurs blessés, 4 voyageurs et 1 agent contusionnés. En outre, deux déraillements ont eu lieu à Lens (14 juillet et 11 août).

Dans les Basses-Pyrénées, à Laas, un déraillement causé par le tamponnement d'un bœuf sur la voie, a causé 10 victimes : 2 blessés grièvement et 8 blessés légèrement.

Dans le Rhône, 5 accidents, dont le plus grave à Saint-Fons (voiture tamponnée sur un passage à niveau), 3 tués, 3 blessés.

A Annemasse (Savoie), une explosion de chaudière a blessé grièvement 8 personnes.

Les accidents relevés dans le département de la Seine sont au nombre de 14, dont voici le détail :

Compagnie du Nord. — 5 accidents (collisions) à la gare du Nord, ou près de Paris-Nord. Ces collisions ont eu lieu le 4 juillet, 15 blessés.

Le 6 juillet, 1 agent grièvement blessé.

Le 12 juillet, 3 voyageurs mortellement blessés, 14 voyageurs blessés, 2 agents blessés.

Le 25 août, 1 agent contusionné.

Le 28 août, 1 agent tué.

Une collision à Saint-Denis le 2 août.

Un déraillement au Bourget-Triage le 5 août.

Compagnie de l'Est. — Saint-Mandé, collision, 26 juillet, 49 voyageurs tués, 221 voyageurs blessés.

Paris-Est, collision, 14 août, 1 voyageur blessé.

Compagnie de l'Ouest. — Saint-Lazare, 3 déraillements, 27 août, 9 octobre, 13 octobre.

Montparnasse, heurtoir, 20 octobre, 5 voyageurs blessés, et 2 agents blessés.

Ceinture. — Courcelles-Ceinture, collision, 29 septembre, 2 voyageurs et 1 agent blessés légèrement.

Pour mieux donner une idée de la répartition des accidents à Paris et aux environs de Paris, voici une petite carte (fig. 2) qui indique les points où ont eu lieu les principaux accidents.

D'après ce qui vient d'être dit, et d'après cette carte, on voit combien les collisions ont été fréquentes à Paris et dans les environs; c'est surtout à la gare du Nord qu'il s'en est produit le plus.

Seine-Inférieure : 7 accidents y ont été relevés, dont 4 (Aumale), collision 12 octobre, 13 voyageurs contusionnés; Darnetal, prise en écharpe, 19 octobre, 3 voyageurs blessés; Fécamp, heurtoir, 20 septembre, 2 voyageurs légèrement blessés; Rouen, collision, 18 octobre, 5 blessés.

Seine-et-Marne : 4 accidents, dégâts matériels seulement, 2 sur la ligne de l'Est, 1 sur la ligne du Nord, 1 sur la ligne Paris-Lyon-Méditerranée.

Dans Seine-et-Oise, nombreux accidents : à Gargan, 25 septembre, 2 voyageurs et 1 agent blessés; à Brunoy, le 9 octobre, 10 blessés.

Dans les Deux-Sèvres, nombreux accidents sans gravité, dont 4 à Niort; 3 prises en écharpe, pas de victimes. Réseau de l'Etat.

A Mousquette, dans le Tarn, grave collision, le 20 octobre, 21 voyageurs blessés ou contusionnés.

Dans la Vendée, 4 accidents sans gravité, dont 2 à La Roche-sur-Yon, 4 août et 27 août.

Dans cette énumération, nous n'avons mentionné que les accidents les plus importants ou par leur gravité ou par leur nombre. Beaucoup d'entre eux ont eu lieu dans des gares, ou à des embranchements près de grandes villes. C'est, d'ailleurs, dans les gares, que se produisent le plus de collisions, qui font surtout des victimes. Nous

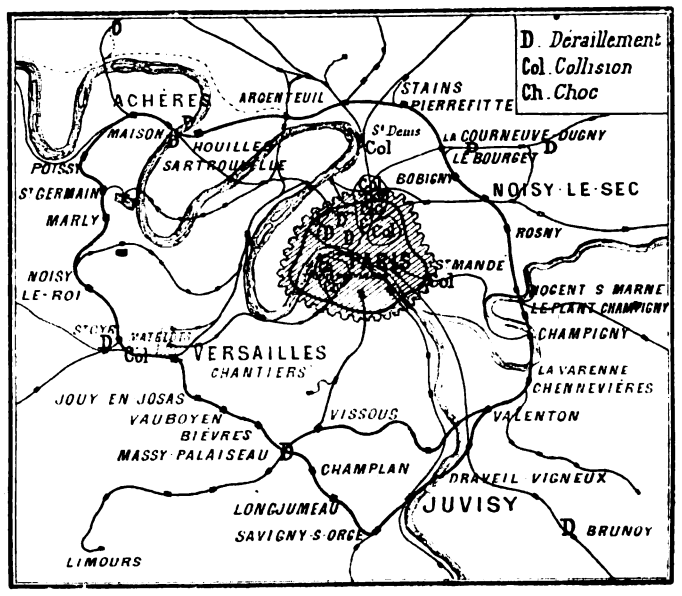


Fig. 2. — Carte indiquant les points des environs de Paris où se sont produits les principaux accidents de chemins de fer pendant la période du 1er juillet au 25 octobre 1891.

avons vu dans notre article précédent que ces collisions se produisent surtout le dimanche. C'est là une chose que n'ignorent pas les Compagnies, mais qu'il était bon de faire ressortir par la statistique, car nos chiffres prouvent bien que la moitié des victimes pourraient être épargnées par une plus stricte application des règlements, et par une plus grande attention de la part du personnel, qui, dans certaines circonstances — l'heure, le jour et le lieu des catastrophes l'indiquent suffisamment, du reste — peut être fatigué, pour ne pas dire surmené.

Gravité des accidents. — Il a été impossible, même aux Compagnies, de donner des indications précises sur la gravité exacte des accidents. On sait bien que tel accident, comme celui de Saint-Mandé, dont nous avons eu tant d'occasions de parler, au sujet des différents classements auxquels a donné lieu notre statistique, a fait 229 blessés et 49 tués sur le coup; mais comment connaître le nombre de victimes blessées qui ont succombé à leurs blessures, plus ou moins longtemps après la catastrophe? Comment connaître le nombre respectif de blessés grièvement, de blessés simplement, de blessés légèrement, de contusionnés, et surtout de délimiter nettement les groupes ainsi spécifiés? Force nous a été de nous contenter des déclarations des Compagnies, et de considérer deux séries de victimes, les tués d'une part, et les blessés sans distinction de gravité de blessures, d'autre part.

Un autre élément d'appréciation qui aurait été fort utile dans cette occurrence, pour mesurer la gravité des blessures produites par les accidents, aurait été le montant des indemnités accordées par les Compagnies aux victimes, soit par suite de transactions, soit en exécution de jugements rendus après procès intentés auxdites Compagnies. Mais, outre que le nombre de transactions survenues et le montant des sommes accordées de cette manière n'est pas fourni par les Compagnies, il est difficile de se tenir au courant de tous les procès intentés par les victimes et surtout de les récapituler, bien que M. Cunisset-Carnot ne manque pas de signaler aux lecteurs du *Génie Civil*, avec sa remarquable compétence, les affaires de ce genre.

D'ailleurs, bien des actions relatives à des accidents survenus à des voyageurs ou à des agents ne sont pas jugées immédiatement, et il serait impossible de récapituler aujourd'hui dans un tableau d'ensemble les sommes que les Compagnies ont été condamnées à payer en dédommagement aux victimes ou à leurs ayants droit des accidents survenus cet été. Enfin, un certain nombre de victimes ne réclament rien des Compagnies.

A défaut de ces renseignements, forcément incomplets et se référant à une portion d'année, nous avons pensé qu'il serait intéressant de donner, d'après les documents publiés par le Ministère des Travaux publics, pour les dernières années, un aperçu des sommes payées par les Compagnies aux victimes d'accidents de toute nature (dans ces chiffres sont compris toutes sortes d'accidents, tels que blessures survenues dans les ateliers, les dépôts et les gares, c'est-à-dire accidents du travail proprement dit, dans le sens le plus large). D'ailleurs, les sommes dont il s'agit ont été accordées presque exclusivement à des agents, ou à des veuves ou familles d'agents.

La sécurité des voyageurs à différentes époques. — Il nous reste à examiner, à propos de la présente étude qui a un intérêt tout actuel,

Digitized by Google

si la sécurité des voyageurs est moins grande aujourd'hui qu'autrefois. On a dit souvent, et mon éminent collègue M. de Foville a traité de main de maître cette question dans son ouvrage sur la transformation des moyens de transports, que « ce que nous avons gagné en vitesse et en économie, nous l'avons perdu en sécurité. » Certainement un accident de chemin de fer fait ordinairement plus de victimes qu'un accident de voiture, mais il faut considérer qu'ils sont infiniment moins nombreux, et que, malgré tout, le nombre des victimes, toutes proportions gardées, diminue en général d'année en année.

D'ailleurs, nous n'avons qu'à nous reporter aux statistiques publiées par le Ministère des Travaux publics, aussi bien pour les voitures des Messageries *royales*, *nationales* et *impériales* de 1846 à 1855, que pour les chemins de fer. Voici le résumé de ces statistiques, d'après M. de Foville :

	Années	Tués sur 1 million de voyageurs	Blessés sur 1 million de voyageurs
Messageries	1846-1855	2,820	33,33
Chemins de fer	1835-1875	0,190	1,75
Chemins de fer	1859-1869	0,075	1,48
Chemins de fer	1872-1877	0,030	1,10

Voici du reste, d'après un travail publié par M. D. Bellet (*Economiste français* du 12 septembre 1891), qu'il a puisé dans les documents officiels, quel a été le nombre des victimes pendant les dernières années, chiffres absolus et proportions pour un million de voyageurs :

			Proportion pour 1 million de voyageurs	
Années	Tués	Blessés	de tués	de blessés
1875	18	269	0,1295	1,86
1877	14	389	1,441	2,67
1878	35	426	0,2259	2,72
1881	44	404	0,3283	1,92
1882	10	175	0,1180	0,86
1884	15	311	0,151	1,26
1888	36	150	0,161	0,66

D'après ces chiffres, il est facile de voir que les années se suivent et ne se ressemblent guère ; la statistique est à la merci d'une catastrophe qui peut lourdement charger le bilan d'une année. On a vu dans nos deux premiers articles, que le nombre des tués avait été de 64, et celui des blessés de 456, dans les quatre seuls mois de juillet, août, septembre et octobre ; l'année 1891, qui n'est pas encore terminée, s'annonce donc comme une des plus mauvaises de la période actuelle, surtout pour le nombre de victimes qui ont trouvé la mort, toujours à cause de la catastrophe de Saint-Mandé.

Ceci étant dit, pour les chemins de fer français, il convient de donner un aperçu du nombre des victimes faites par les chemins de fer à l'étranger. Voici les chiffres pour l'Angleterre :

	Tués		Blessés
1875	17		1.212
1876	38		1.279
1877	11		664
1878	24		1.173
1879	75	(Accident du pont de la Tay.)	602
1887	25		538

D'après les calculs de M. de Foville, les accidents sont plus meurtriers en Angleterre qu'en France, mais cette mortalité n'est rien, si l'on compare à ce qui vient d'être dit pour la France et l'Angleterre les chiffres relatifs aux Etats-Unis, comme on va le voir.

Les accidents de chemins de fer sont infiniment plus nombreux et plus graves aux Etats-Unis qu'en France.

Nous trouvons, dans le *Journal des Transports*, un extrait des dernières statistiques officielles américaines, donnant les chiffres relatifs aux accidents survenus aux Etats-Unis pendant l'année se terminant au 30 juin. Nous ne donnerons que la statistique des victimes.

Voici comment se décomposent, pendant les deux dernières années, les victimes :

	Année finissant le 30 juin 1889		Année finissant le 30 juin 1890	
Qualité des victimes	Tués	Blessés	Tués	Blessés
Employés	1.972	20.028	2.451	22.390
Voyageurs	310	2.146	285	2.444
Non spécifiés	3.541	4.135	3.584	4.200
Ensemble	5.823	26.309	6.380	29.034

Ces chiffres sont formidables, et montrent combien sont fréquentes et terribles les hécatombes qui se produisent aux Etats-Unis.

La France, avec une population plus faible d'un tiers, a fourni un nombre de victimes cinquante fois (520 au lieu de 26 000) plus faible.

En outre, les mêmes chiffres montrent que l'employé de chemins de fer américains est plus exposé qu'en France :

Accidents survenus aux agents.

	Année finissant le 30 juin 1889		Année finissant le 30 juin 1890	
	Tués	Blessés	Tués	Blessés
Agents des trains	1.456	13.182	1.179	11.301
Aiguilleurs et surveillants	234	2.299	229	2.155
Autres agents	734	6.673	536	6.360
Non déterminés	27	236	28	212
Totaux	2.451	22.390	1.972	20.028

Enfin, toujours d'après le *Journal des Transports*, voici comment se classent les victimes des accidents, suivant la nature même de ces accidents :

	Année finissant le 30 juin 1889		Année finissant le 30 juin 1890	
Nature d'accident	Tués	Blessés	Tués	Blessés
Attelage et dételage	300	6.757	369	7.841
Chutes de trains et de machines	493	2.011	557	2.348
Heurts pendant la marche	65	296	89	343
Collisions	311	1.313	306	1.636
Déraillements	182	1.113	197	1.431
Autres accidents de trains	737	1.778	535	1.507
Accidents aux croisements des routes	437	695	419	693
Accidents aux stations	424	1.466	479	1.495
Autres causes	2.874	10.880	3.315	11.471
Non classés	»	»	54	269
	5.823	26.309	6.320	29.034

Aux Etats-Unis, comme en France, les déraillements ne sont pas les accidents qui font le plus de victimes : parmi ces derniers, il faut signaler les ruptures d'attelages, les manœuvres d'attelage et de dételage, les chutes de trains, ruptures de ponts, les collisions.

Toujours est-il que les pays d'Europe, et particulièrement la France, s'ils ont à envier, dans certaines circonstances, la vitesse des trains américains, ne sauraient être comparés aux Etats-Unis pour la sécurité des agents et des voyageurs. Cette sécurité est infiniment plus grande chez nous.

Après cette courte digression dans les statistiques des dernières années en France et à l'étranger, nous allons revenir aux accidents de la période juillet-octobre 1891, et nous allons discuter les conclusions pratiques que nous ont inspirées les différentes combinaisons spéculatives auxquelles nous nous sommes livré.

(A suivre.) V. Turquan.

INFORMATIONS

Académie des Beaux-Arts.

Dans sa séance hebdomadaire du samedi 5 décembre, l'Académie des Beaux-Arts a procédé à la nomination d'une Commission mixte qui sera chargée de présenter les listes des candidats aux deux places d'associé étranger vacantes par suite des décès de M. Pietro Rosa, de Rome, et M. Vela, de Milan.

M. Daumet, au nom de la Commission d'architecture, a proposé pour le sujet du concours Achille Leclère : *Le Chœur d'une cathédrale*.

Il a été donné ensuite lecture des rapports sur les envois de Rome.

MM. Ginain, Chaplain et Guiraud ont donné lecture : le premier, au nom de la section d'architecture, d'un rapport sur les envois des architectes pensionnaires de l'Académie de France, à Rome : le deuxième, au nom de la section de gravure, d'un mémoire sur les envois des pensionnaires graveurs ; le troisième enfin, au nom de la section de musique, d'un travail sur les envois des pensionnaires musiciens. L'Académie a adopté ces rapports.

Conformément à l'avis de la section d'architecture, l'Académie a accepté pour le musée de la comtesse de Caen, l'envoi de M. André représentant une *Vue perspective de la restauration du théâtre d'Ostie*.

Fabrication des vins mousseux.

Le procédé, imaginé par M. Fried. Gaukler, pour obtenir des vins mousseux par fermentation périodique avec ferment isolé, repose sur l'observation que la fermentation est plus active dans une solution sucrée concentrée que dans une dissolution étendue ; de plus, qu'en disposant, en vase clos, au-dessus d'une couche de vin sucré en fermentation, une membrane laissant passer l'acide carbonique, mais retardant néanmoins la diffusion du vin à travailler qui la recouvre en couche plus ou moins épaisse, ce dernier deviendra mousseux en se saturant d'acide carbonique sans contact avec la levure.

Dans le but de réaliser ces diverses conditions, M. Gaukler a combiné un appareil, consistant en un cylindre en bois, renfermé dans un cylindre en fer, avec interposition d'une couche d'eau destinée à assurer l'étanchéité des joints. Une membrane, au-dessus de laquelle débouche latéralement un tube d'amenée muni d'un robinet, est disposée au quart environ de la hauteur du cylindre intérieur. Le compartiment inférieur reçoit un vase de porcelaine contenant la levure et le vin sucré, et communique avec l'extérieur par un second tube destiné au remplissage des bouteilles, et dépassant de 3 centimètres le fond du cylindre ; ce tube est protégé par une cloche de porcelaine perforée recouverte de gaze.

On dissout tout le sucre nécessaire à la totalité du vin à travailler dans le quart de ce vin, dont on introduit une petite partie avec la levure dans le vase de porcelaine ; à mesure que la fermentation se produit on ajoute petit à petit le vin sucré jusqu'à ce que la membrane soit baignée. Lorsque le dégagement d'acide carbonique est devenu actif, on remplit le compartiment supérieur avec le vin restant, et on laisse marcher l'opération, en suivant la pression au moyen d'un manomètre. Lorsque celle-ci reste stationnaire, on procède à la mise en bouteilles. La fermentation est basse et le vin n'est pas entré en contact avec la levure, qui ne sort pas du récipient.

Digitized by Google

Action de la lumière solaire sur le vin.

On a déjà signalé l'emploi de l'électricité pour vieillir les vins, dont on est arrivé en même temps à modifier le bouquet, surtout pour les vins rouges.

Le même résultat peut être obtenu en exposant les vins à la lumière solaire dans des flacons minces et transparents. Il faut éviter tout échauffement notable et agiter le liquide pour renouveler les surfaces soumises aux rayons du soleil, qui n'agissent que superficiellement.

Les radiations rouges et jaunes sont les plus efficaces et la modification s'opère rapidement.

La fabrication du verre opale.

Les verres opales, fréquemment employés aujourd'hui pour les articles d'éclairage et pour un grand nombre d'objets de fantaisie, sont des silicates alcalins, exempts de chaux qui est un obstacle à l'opalescence.

L'oxyde d'étain, les substances riches en phosphates (os brûlés, guano), les fluorures d'aluminium, la cryolithe, la fluorite, enfin le feldspath, les aluns et les argiles simples ont été tour à tour employés pour obtenir l'opale. L'arsenic même, en forte proportion, amène l'opalescence dans un verre plombeux.

L'emploi de la cryolithe ($AlFl^3,3NaFl$), appliqué seulement depuis 1860 à la fabrication du verre opale, bien que les gisements du Groenland fussent découverts depuis 1822, lui fit prendre un très grand développement. Dans la proportion de 14 de cryolithe pour 100 de sable, on obtient de très beaux résultats. Il est dangereux d'exagérer la dose, comme on le faisait anciennement, puisque toutes les formules indiquaient 50 % de cryolithe, car l'un de ses composants, le fluor, peut attaquer les parois des creusets, qui, par leur effritement, altèrent le verre qu'ils renferment.

Nous donnons ci-dessous quelques formules actuellement en usage :

I		II		III	
Sable. . . . Kg.	100	Sable . . . Kg.	100	Sable. . . . Kg.	100
Soude.	10	Soude	10	Soude.	15
Feldspath. . . .	16	Potasse. . . .	12	Potasse	7
Cryolithe	14	Cryolithe. . . .	14	Cryolithe	15
Minium.	6	Chaux.	8	Chaux	10
Salpêtre.	3	Salpêtre	1	Minium.	3

La consommation de la cryolithe prit dès lors une telle extension, que son prix s'accrut dans des proportions considérables (100 francs les 100 kilogr.) ; on chercha à remplacer ce produit par d'autres moins coûteux. Le spath-fluor et les feldspath, très abondants dans la nature, donnent de bons résultats, en ayant soin de les mélanger en proportion convenable : 20 kilogr. de spath-fluor et 40 kilogr. de feldspath pour 100 kilogr. de sable.

L'alun, la terre de pipe blanche, toute matière riche en alumine, en général, pourront être employés au lieu de feldspath, mais les doses varient suivant les substances.

Le verre opale ainsi produit, s'il est trop alcalin, pourrait se décomposer, si l'on n'y remédiait par l'addition d'un peu de minium. Les résultats sont moins beaux que pour l'opale obtenu avec la cryolithe, mais sa transparence le fait préférer dans la verrerie d'éclairage.

Les formules ci-dessous indiquent les proportions convenables, suivant les compositions :

IV		V		VI	
Sable. . . . Kg.	100	Sable . . . Kg.	100	Sable. . . . Kg.	100
Spath-fluor . . .	20	Spath-fluor. . .	20	Spath-fluor . . .	20
Feldspath. . . .	36	Feldspath . . .	36	Feldspath. . . .	30
Soude.	16	Cryolithe. . . .	6	Argile hydratée .	8
Potasse	12	Soude	20	Soude.	20
Salpêtre.	6	Potasse.	8	Potasse	6
Minium.	6	Salpêtre	5	Salpêtre.	5
		Minium	5	Minium.	5

Pour toutes ces compositions, il sera bon d'employer des creusets très épais, de 5 à 6 centimètres vers les bords et 10 à 12 centimètres au fond, car le spath-fluor, spécifiquement le plus dense, gagne, avant la fin de la combinaison, le fond du creuset, l'attaque rapidement et le met bientôt hors d'usage.

Cette attaque des creusets détache de leurs parois des parcelles d'argile, qui surnagent à la surface du verre, dont elles altéreraient la pureté, si l'on n'employait, pour y obvier, des anneaux flotteurs en terre, attirant par leur masse tous les corps étrangers. Avec cette précaution, on peut être certain de ne retirer, de l'intérieur de cet anneau, qu'un produit totalement exempt d'impuretés.

Tricycle électrique.

L'esprit des inventeurs se porte, depuis plusieurs années, sur le moyen de rendre le tricycle pratique pour un grand nombre de personnes qui craignent la fatigue causée par son usage, et plusieurs ont cherché à lui adapter une force motrice qui permette au véloceman de ménager ses forces en les remplaçant complètement par une autre puissance. C'est ainsi que l'on a imaginé des tricycles à vapeur, à essence de pétrole et à accumulateurs électriques. Notre dessin (fig. 1) représente un nouveau modèle combiné par M. H. de Graffigny, dont le générateur est une pile à acide chromique, et qui vient d'être essayé.

Le véhicule est un tricycle ordinaire, dont la selle est enlevée et remplacée par un coffre en bois léger abritant le mécanisme et servant de siège aux voyageurs. La roue directrice de l'avant est commandée par une tige à poignée, le frein se manœuvre au pied et le levier du commutateur est disposé à portée de la main.

La pile se compose de deux batteries de 18 éléments groupés en tension et reliés en quantité ; son poids, remplie de liquide, ne dépasse pas 20 kilogr. Elle actionne un petit moteur-dynamo dont le mouvement est transmis à l'axe des roues motrices par deux trains

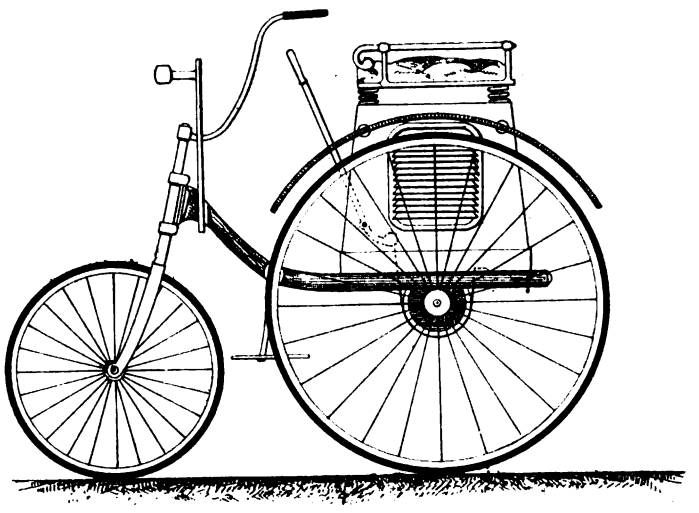


Fig. 1. — Tricycle à générateur électrique.

d'engrenages et une chaine Galle. Le véhicule complet, en ordre de marche, ne pèse pas plus de 70 kilogrammes et tous les frottements sont montés sur billes d'acier, comme les vélocipèdes actuels.

Dans les différents essais qui ont eu lieu aux ateliers de M. Lenain, mécanicien à Albert, et sur les routes du département de la Somme, il y a deux mois, il a été constaté que la machine pouvait développer 25 kilogrammètres ($^1/_3$ de cheval-vapeur) au début et 16 au bout de quatre heures de fonctionnement. Chargé de deux personnes de poids ordinaire, le véhicule a pu franchir en moyenne 18 à 20 kilomètres par heure, ce qui constitue une vitesse fort satisfaisante.

Quant au prix de revient de la force produite par les batteries, il est assez élevé, et le kilomètre parcouru ressort à 5 centimes environ, ce qui met le cheval-heure électrique à 2 fr. 50. Mais il est certain que ce prix s'abaisserait immédiatement, en même temps que la vitesse s'accroîtrait, si ces véhicules électriques devenaient d'un usage répandu.

Essais d'un canon à tir rapide du système Hontoria.

MM. Schneider et Cie vont procéder, sous peu, aux expériences définitives de tir d'un canon à tir rapide de 15 centimètres et de 45 calibres. Les premiers essais effectués donnent l'assurance que les résultats du fonctionnement de la pièce et de son affût constituent un progrès marqué sur ceux des canons à tir rapide de même calibre expérimentés déjà dans les divers pays.

On lit, en outre, dans *El Liberal* (Madrid) du 24 novembre 1891 :

« MM. Schneider et Cie viennent d'exécuter au Creusot un canon de 14 centimètres du système Hontoria transformé en canon à tir rapide, suivant les études qu'avaient présentées pour la transformation du canon de 12 centimètres du même système le lieutenant-colonel d'artillerie de la marine D. Joaquin Rodriguez. La fabrication a été surveillée par la Commission de l'artillerie de la marine espagnole en France.

» Ces jours derniers, les premières épreuves de garantie et l'essai du système ont eu lieu, au polygone du Creusot, sous la direction de ladite Commission, et ont donné les résultats les plus satisfaisants. Tous les mécanismes de fermeture et d'extraction ont parfaitement fonctionné ; la vitesse obtenue a été de 625 à 640 mètres, sans que les pressions aient dépassé 2 500 kilogr., le tir étant effectué avec des projectiles du poids de 40 kilogr. et une charge de poudre ordinaire de 20 kilogr. Avec la poudre sans fumée, ce canon réaliserait une vitesse notablement supérieure. »

Les résultats indiqués démontrent une fois de plus les efforts de la marine espagnole pour maintenir son matériel à la hauteur des meilleurs et introduire, comme elle l'a fait jusqu'ici, dans son armement naval, les perfectionnements les plus récents.

Les essais de ce canon à tir rapide transformé se continueront à Bilbao.

Ve Congrès international de navigation intérieure.

Paris 1892.

On sait que le Ve Congrès international de navigation intérieure doit se tenir à Paris en 1892. L'ouverture vient d'en être fixée au jeudi 21 juillet ; sa durée sera de dix jours.

M. le Président de la République a bien voulu accorder son haut patronage au Congrès ; MM. les Ministres des Travaux publics, de l'Agriculture, du Commerce, de l'Industrie et des Colonies ont bien voulu accepter la présidence d'honneur.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 20 novembre 1891.

Présidence de M. E. POLONCEAU.

La partie mécanique des moteurs à gaz et l'extension récente de leurs applications. — M. G. RICHARD achève sa remarquable communication dont la première partie a tenu une des séances précédentes, en étudiant en détail l'allumage, la régularisation et la distribution. Puis il cite les applications des moteurs à gaz avec grandes forces. Il traite également des moteurs à pétrole et des moteurs à gaz pauvres. Il conclut à la supériorité du gaz comme moyen de transport de la force motrice, et démontre que cette supériorité est surtout considérable vis-à-vis de l'air comprimé.

Le Sauvetage. — M. E. CACHEUX traite ce sujet avec sa compétence toute spéciale. Nous reviendrons, lors de sa discussion, sur cette question dont l'intérêt est si général.

P. JANNETTAZ,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 26 octobre 1891.

Physique. — 1° *Sur la théorie de la pile.* Note de M. P. DUHEM, présentée par M. Darboux.

Dans cette note, M. Duhem revendique la relation que M. Gilbault, dans une communication antérieure, attribuait à M. H. von Helmholtz. Il est d'autant plus intéressé à faire cette revendication, que les belles expériences de M. Gilbault donnent une parfaite confirmation aux principes émis par M. Duhem.

2° *Remarques expérimentales sur une catégorie de phénomènes capillaires, avec application à l'analyse des liquides alcooliques et neutres.* Note de M. Emile GOSSART, présentée par M. Mascart.

Les nouveaux résultats que présente M. Gossard, sont une conséquence de recherches antérieures sur la forme des gouttes caléfiées. Elles lui avaient fourni une caractéristique géométrique de l'état dit sphéroïdal, soit un angle de raccordement de 180° et le rapport $\sqrt{2}$ pour les distances de l'ombilic à la base et au plan équatorial de la goutte; par suite aussi une caractéristique physique, soit un équilibre entre deux forces : la pression hydrostatique et la tension superficielle constante tout autour de la goutte.

La condition nécessaire et suffisante pour la production des sphéroïdes est donc de les soustraire à l'action du support et de les maintenir enveloppés par un fluide qui, sans être physiquement uniforme, ait une action capillaire uniforme sur leur surface. Or, une couche de vapeur infiniment mince devant y suffire *a priori*, l'auteur a repris tout d'abord l'étude des températures minima des plaques de caléfaction, dont il donne un aperçu sommaire dans cette note. Il passe ensuite à l'examen de la caléfaction par voie humide, puis au roulement des liquides les uns sur les autres à température ordinaire, et enfin à une méthode d'analyse des mélanges liquides.

L'exposé suivant de l'ensemble des faits que signale l'auteur peut se résumer ainsi :

1° Au point de vue théorique, on voit que rien d'essentiel ne distingue les trois sortes de gouttes qu'il a étudiées, et qu'elles semblent former une catégorie bien déterminée de gouttes capillaires. Ces gouttes, dites, peut-être à tort, sphéroïdales ou en caléfaction, qui ont une tension superficielle constante, une pression capillaire et courbure moyenne continûment variables, trouvent leurs places entre les gouttes de Plateau à tension, pression capillaire et courbure moyenne constante et les gouttes lenticulaires ou ordinaires (mercure sur verre), à plusieurs tensions superficielles, à pression capillaire et courbure moyenne discontinue, à angle de raccordement différent de 0°.

2° Au point de vue pratique, on a ainsi une méthode générale d'analyse des mélanges liquides et spécialement un procédé simple, sensible et précis pour déterminer dans les spiritueux du commerce et les boissons alcooliques la présence et la quantité des substances autres que l'alcool éthylique.

Chimie. — 1° *Sur les bromostannates.* Note de M. LETEUR, présentée par M. Troost.

On n'a jusqu'à ce jour décrit qu'un seul bromostannate, celui de potassium; M. Leteur a essayé de combler cette lacune et présente à l'Académie les bromostannates d'ammonium, de sodium, de lithium et de magnésium, dont il décrit toutes les propriétés physiques et chimiques.

2° *Sur de nouveaux oxychlorures ferriques cristallisés.* Note de M. G. ROUSSEAU, présentée par M. Troost.

Les solutions très concentrées de perchlorure de fer, renfermant au delà de 8 °/. de Fe^2Cl^6, maintenues quelque temps à une température comprise entre 160° et 200°, donnent naissance à l'oxychlorure ferrique cristallisé $2Fe^2O^3,Fe^2Cl^6 3H^2O$.

M. Rousseau a poursuivi l'étude de la décomposition des solutions de chlorure ferrique aux températures supérieures à 220°. Les solutions renfermant de 85 à 90 °/. de Fe^2Cl^6 anhydre, ont été chauffées en tubes scellés avec un fragment de marbre ou de giobertite.

Entre 225 et 280° on obtient des lamelles d'un rouge brun, beaucoup plus volumineuses que celles de l'hydrate précédemment décrit et dont la composition correspond à celle de l'oxychlorure anhydre $2Fe^2O^3,Fe^2Cl^6$.

Entre 300 et 340° on voit apparaître de grandes lamelles d'un noir brunâtre qui constituent un nouvel oxychlorure $3Fe^2O^3,Fe^2Cl^6$.

L'auteur n'a pas pu pousser ses essais au-dessus de cette dernière température, mais tout permet de croire qu'on obtiendrait, à des températures supérieures, d'autres oxychlorures de plus en plus riches en Fe^2O^3.

3° *Sur le dosage du thallium.* Note de M. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

D'après Lamy, Wilm et Werther, le dosage du thallium, qui ne peut se faire que sur l'iodure de ce métal, ce corps étant le plus insoluble, la méthode avait différents inconvénients qu'ils ont tous signalés.

M. Baubigny a repris le dosage du thallium et c'est également de l'iodure qu'il procède; et dans cette note il explique toutes les raisons qui faisaient croire à la défectuosité de la méthode aux chimistes que nous venons de citer. En résumé, les causes d'erreur ne dépendent que de précautions mal prises, aussi M. Baubigny donne-t-il dans cette note la façon exacte d'opérer, et signalant des résultats par lui obtenus à plusieurs reprises différentes, il arrive à ne commettre d'erreur que sur le chiffre des dix-milligrammes.

4° *Sur la dissolution du chlorure de bismuth dans les solutions saturées de chlorure de sodium et sur le salicylate basique de bismuth.* Note de M. H. CAUSSE, présentée par M. Henri Moissan.

5° *Sur une différence caractéristique entre les radicaux alcooliques substitués liés au carbone et à l'azote.* Note de M. C. MATIGNON.

6° *Action de l'acide benzoïque sur l'essence de térebenthine.* Note de MM. G. BOUCHARDY et J. LAFONT.

Agriculture. — *Sur un moyen de destruction des insectes nuisibles à la betterave et aux céréales.* Note de M. DECAUX, présentée par M. E. Blanchard.

Il résulte de plusieurs observations faites par M. Decaux, que les chiffons imprégnés de pétrole ou d'autres composés hydrocarburés ont une action destructive prolongée (au moins trois ans), sur les vers blancs, les vers gris, l'*Heterodera Schactii*. Aussi, croit-il devoir signaler ces résultats pour la préservation de nos vignobles contre le phylloxera. L'analogie de manière de vivre, en suçant les radicelles, du phylloxera et de l'*heterodera*, permet de croire qu'on préserverait les 1 200 000 hectares de vignes restées indemnes du phylloxera, en les fumant avec des chiffons imbibés de pétrole ou d'autres composés hydrocarburés, que l'on pourrait renouveler tous les trois ans. Il y a même de grandes présomptions pour qu'on parvienne ainsi à détruire cet insecte dans les vignes peu contaminées.

M. Decaux conseille d'employer de préférence des chiffons de laine, qui agiraient en outre comme engrais sur la vigne et l'aideraient, une fois le phylloxera détruit, à reprendre une végétation vigoureuse.

Météorologie. — 1° *Trombe observée aux Comores.* Note de M. DE LA MONNERAYE, présentée par M. Faye.

2° *Sur les causes originelles des cyclones et sur leurs signes précurseurs.* Note de M. LE GOARANT DE TROMELIN, présentée par M. Faye.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

— 1891 —

Nouvelle carde à coton à grande production, par M. APPENZELLES. — Dans la filature en général, la carde joue le principal rôle, surtout dans la filature de coton.

Cette machine est aussi celle qui a subi les plus importants perfectionnements dans ces derniers temps.

Il y a trente ans, une carde produisait 10 à 15 kilogr. par jour; depuis dix ans on était successivement arrivé à lui faire produire de 50 à 75 kilogr. C'est Ashworth qui a, un des premiers, montré que par les soins de détail dans la construction et dans les garnitures, on pouvait pousser l'appareil jusqu'à lui faire produire 75 à 80 kilogr. sans nuire à la qualité; mais M. Appenzelles d'Alost a osé doubler encore cette production. Depuis quatre ans, jour et nuit, toutes ses cardes fonctionnent sous le régime de 150 kilogr. par jour.

Voici comment l'auteur est arrivé à cet étonnant résultat. Il a d'abord imprimé au peigneur une vitesse de 28 tours par minute au lieu de 12. Le premier obstacle était le déchet considérable qui se faisait chaque fois que le ruban se cassait; cet inconvénient a été supprimé par un très ingénieux mécanisme appelé *slow-motion*.

Dès que le ruban se casse, ou faiblit, le peigneur se ralentit de moitié.

M. Appenzelles a observé en outre qu'en plusieurs points les aiguilles des garnitures, des tambours et des chapeaux étaient moins rigides que dans la masse. Il a corrigé ce défaut en renforçant la fondation des tissus aux points faibles. Il est ainsi arrivé, par divers petits moyens, à obtenir un cardage parfait, malgré une augmentation de production si considérable.

BIBLIOGRAPHIE

Souvenirs et récits d'un aérostier militaire de l'armée de la Loire (1870-1871), par Gaston TISSANDIER, nombreuses illustrations de V.-A. Poirson. 1 vol. in-8° de luxe de 360 pages, couronné par la *Société d'encouragement au bien*. — Maurice Dreyfous, éditeur, Paris. Prix : broché, **9** francs; relié à l'anglaise, **12** francs.

Cet ouvrage, auquel le public a réservé le plus favorable accueil, offre un puissant intérêt. C'est une véritable histoire de tout un aspect peu connu de l'année terrible : « C'est un livre, dit l'auteur dans sa préface, que j'ai écrit avec émotion, parfois même avec des larmes. Je l'offre à tous ceux qui aiment la patrie et surtout à notre jeunesse sur laquelle repose son avenir. » Paris investi, la gare des ballons, le départ, la descente à Dreux, les tentatives de retour à Paris, la campagne de l'armée de la Loire, la reprise d'Orléans, les dernières luttes, Paris après l'armistice; tout cela écrit par un témoin, par un acteur, dont les souvenirs sont tout vibrants de patriotisme et dont le talent et le caractère sont universellement appréciés.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Leçons sur les Métaux, par M. DITTE. — 2 volumes in-4°. — V° Ch. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : **30** francs.

Les nouveaux Moteurs à gaz et à pétrole, par M. Gustave RICHARD. — 3 vol. grand in-8° et un atlas de 30 planches. — V° Ch. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : **75** fr.

Minoterie, appareils de nettoyage des blés; moulins à meules et à cylindres; bluteries à farine; sasseur pour gruaux et semoules, par ARMENGAUD aîné. — 1 album in-4° de 50 planches, accompagnées d'une légende explicative. — Baudry et C^ie^, éditeurs, Paris. — Prix : **25** fr.

Le tarif à appliquer au canal de Panama et les revenus probables, par A. DUMAS. — 1 vol. grand in-8°, avec une carte. — Bernard et C^ie^, éditeurs, Paris. — Prix : **4** fr.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 7. N° 497. Samedi 19 Décembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Scie oscillante pour découper les lingots à chaud, p. 105. — **Navigation** : L'Association technique maritime. Session de 1891, p. 106; Léon Vivet. — **Correspondance** : L'Exposition de Chicago. Les hautes maisons américaines (*planche VIII*). La bibliothèque. Le chemin de fer glissant à l'Exposition de Chicago, p. 107; R. Madison. — **Etudes économiques** : La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes (*suite*), p. 110; A. Gibon. — **Chemins de fer** : Statistique des accidents de chemins de fer (*suite et fin*), p. 113 ; V. Turquan. — **Etudes et travaux parlementaires** : Proposition de loi relative à la réorganisation du service du contrôle de l'exploitation des chemins de fer, p. 115 ; G. Latouche ; — Révision du tarif des douanes, p. 116 ; Emile Bert. — **Hygiène** : Destruction des émanations de toutes provenances sans l'emploi d'aucun moyen chimique (système de Pindray), p. 117 ; Foris. — **Nécrologie** : M. Alphand, p. 118. — **Informations** : Les nouveaux canons à tir rapide du Creusot, p. 118 ; — Syndicat des fabricants de ciment Portland artificiel de France, p. 119 ; — La locomotion électrique d'Edison, p. 119 ; — Erection d'un monument à la mémoire de Charles Grad, à Turkheim, p. 119 ; — Production des vins et cidres en France en 1891, p. 119 ; — La tuberculose et le matériel des chemins de fer, p. 119 ; — Conservation des poteaux télégraphiques, p. 119.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séances des 2 et 9 novembre 1891, p. 120 ; G. Petit.

Bibliographie. — **Livres récemment parus**, p. 120.

Planche VIII : Les hautes maisons américaines.

MÉCANIQUE

SCIE OSCILLANTE POUR DÉCOUPER LES LINGOTS A CHAUD

Les dessins ci-dessous (fig. 1 et 2) reproduits d'après *Engineer*, représentent une machine à scier oscillante employée dans les ateliers de fabrication de tubes métalliques par le procédé Mannesman, à Londres Elle permet de couper des lingots de 250 × 250 millimètres.

La scie circulaire, placée entre deux bâtis en fonte qui portent les machines motrices, a 1m 50 de diamètre. Les cylindres moteurs ont 0m 25 de diamètre et 0m 40 de course et donnent 250 tours par minute. Ils actionnent un arbre transversal portant des poulies en fer forgé dont les courroies transmettent le mouvement à l'arbre de la scie à raison de 1 500 tours par minute.

L'oscillation de la scie est réalisée à l'aide d'un cylindre à vapeur de 0m 225 de diamètre fixé à l'arrière de l'appareil, et commandant par une bielle un cadre qui porte l'arbre de la scie. L'axe de ce dernier peut se déplacer de 0m 50. Chacun des bras du cadre oscillant est pourvu d'une glissière en acier qui se meut dans des guides réglables en fer forgé. Ces guides sont recourbés à angle droit à leurs extrémités, pour former arrêt, et dans l'angle intérieur sont placées des

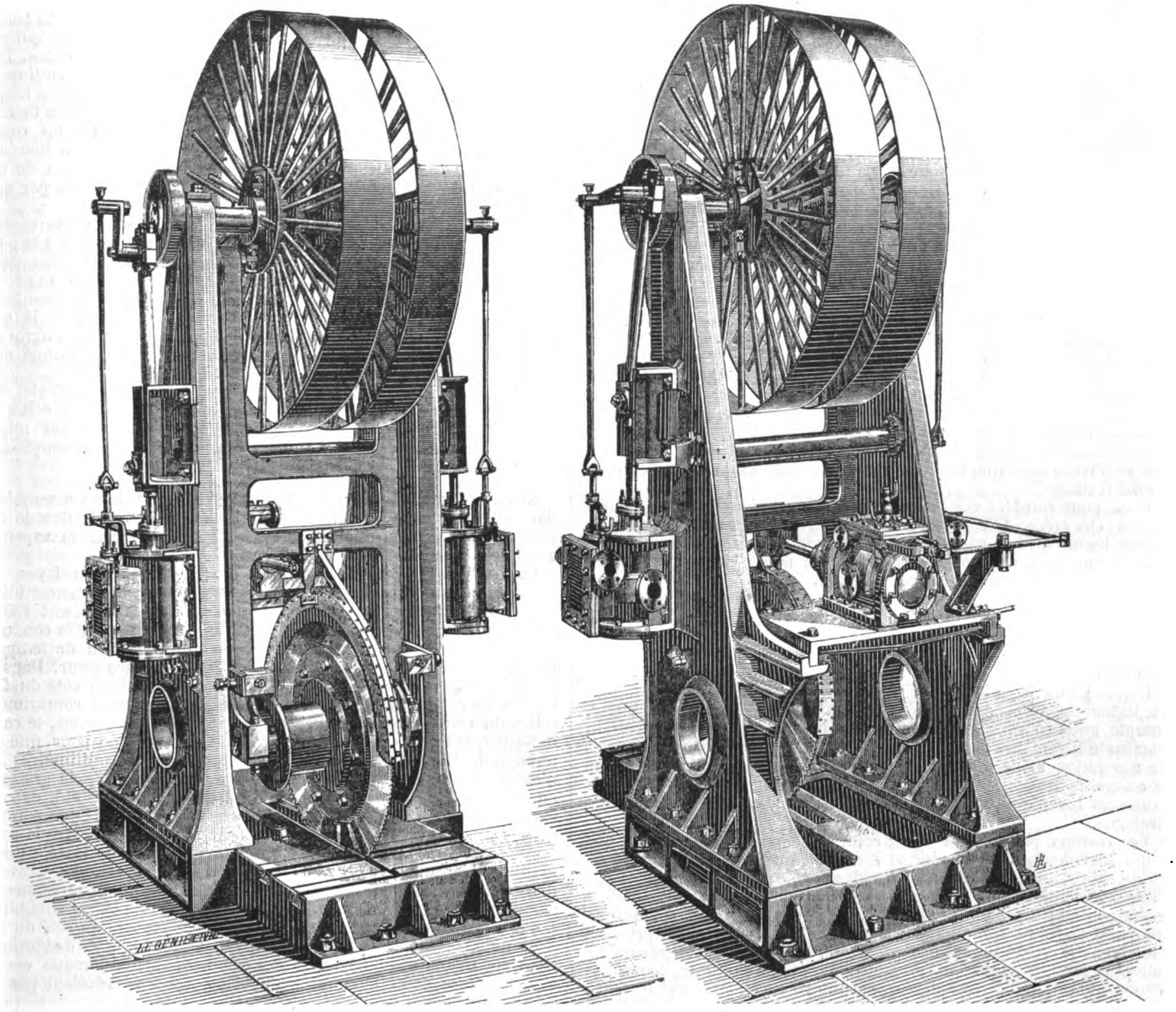


Fig. 1 et 2. — Scie oscillante pour le découpage des lingots à chaud. Vues face avant et face arrière.

Digitized by Google

pièces en bois dur constituant des tampons sur lesquels s'amortit la puissance vive après le découpage. Le cylindre d'oscillation se commande à l'aide d'un levier à main.

Les disques entre lesquels est serrée la lame de scie sont fondus en une seule pièce avec les poulies de commande; de larges rondelles en acier doux sont en outre interposées entre les disques et la lame. Le tout est assemblé par 8 boulons tournés et parfaitement ajustés de 37mm5 de diamètre. L'arbre de la scie est en acier doux, et tourne dans des coussinets placés au bas des bras oscillants, avec des chapeaux disposés à la partie inférieure pour reporter l'effort sur les bras et soulager les boulons d'attache. Les extrémités supérieures du cadre oscillent sur des tiges de large diamètre.

Les bâtis latéraux qui portent les cylindres sont tous deux fixés au sol par 10 boulons de 37mm5 de diamètre, et reliés à leur partie inférieure par une forte entretoise. Enfin, le banc de support des lingots à découper présente, suivant son axe, une échancrure dans laquelle pénètre la scie, et qui lui permet de plonger dans un bassin plein d'eau pour se refroidir.

NAVIGATION

L'ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME

Session de 1891.

L'Association technique maritime, dont la session annuelle a eu lieu pour la seconde fois les 26, 27 et 28 novembre dernier, a été fondée, on s'en souvient, en 1889, sur l'initiative du Syndicat général des Armateurs et Constructeurs français et d'un petit groupe d'Ingénieurs, dans le but de recueillir et de publier les travaux de toute sorte ayant pour objet de perfectionner la construction et l'armement des navires.

Il existe en Angleterre de nombreuses et florissantes Sociétés de ce genre, dont les plus connues sont *l'Institution of Naval Architects* et la *North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders*. A des réunions périodiques, les membres de ces Sociétés, au nombre desquels figure tout ce que l'Angleterre compte d'Ingénieurs distingués et de grands constructeurs, viennent faire des lectures et soumettre à une discussion publique leurs théories ou leurs découvertes. Il est facile de comprendre l'intérêt de ces séances et leur utilité : elles permettent de mettre au jour et de propager des travaux qui, souvent, faute d'organe, demeureraient ignorés; et, par là, elles contribuent grandement aux progrès de l'art des constructions navales. D'autre part, en provoquant des échanges d'idées entre différentes classes de spécialistes que guide d'ailleurs une même pensée, en soumettant ainsi leurs inventions personnelles à un contrôle sûr et varié, elles offrent l'incontestable utilité d'imprimer aux conclusions des travaux qui en émanent un caractère pratique, que ne sauraient avoir au même degré des œuvres isolées, ou confinées dans un milieu restreint.

Pourtant, nous n'avions jusqu'à présent en France aucune institution de cette nature; même une publication technique spéciale faisait à peu près défaut. Sans autres liens que ceux des relations individuelles ou locales, un peu inconscients de nos propres forces, et réduits à puiser beaucoup chez nos voisins, voire à y reprendre notre bien, nous hésitions vraiment trop à revendiquer la place que, sur le terrain scientifique du moins, nous sommes en droit d'occuper à côté d'eux.

C'est pour combler ces lacunes que l'*Association technique maritime* a été créée. Elle répond donc, en révélant aux étrangers en même temps qu'à nous-mêmes l'étendue de nos ressources et la valeur de nos travaux, non seulement à un besoin scientifique et industriel, mais aussi à un intérêt national.

Malgré tout, on eût pu craindre que cette tentative ne rencontrât quelque résistance, soit du fait de nos habitudes, soit en raison de certains instincts séparatistes propres au caractère français. Ces appréhensions sont désormais dissipées; le succès a répondu aux efforts des promoteurs.

L'Association technique maritime, sous la présidence de l'éminent Inspecteur général du Génie maritime en retraite, M. de Bussy, compte aujourd'hui cent soixante membres, entre autres un certain nombre d'Ingénieurs appartenant à la Marine et aux grandes Sociétés de navigation et de construction maritime, les principaux armateurs et assureurs français; enfin des membres étrangers, parmi lesquels plusieurs Ingénieurs connus des arsenaux et chantiers de la Grande-Bretagne.

Les travaux présentés et lus à cette seconde session sont tous dus à des Ingénieurs de la Marine et sont d'un caractère purement technique. Nous allons en donner l'analyse. On pourra juger que, par l'importance des sujets traités et des résultats obtenus, l'Association technique maritime, dès sa seconde année, peut aisément soutenir la comparaison avec les plus célèbres Sociétés anglaises. Exprimons seulement le vœu que l'année prochaine la classe des Ingénieurs ne soit plus seule à contribuer au succès des séances, et que, leurs collègues aidant, la variété des communications vienne en accroître encore l'intérêt.

1. De la puissance des chaudières et des causes qui la limitent, par M. DE MAUPEOU D'ABLEIGES, Ingénieur de la Marine. — L'emploi des pressions de plus en plus élevées qu'exigent les machines à détente multiple, la nécessité des combustions actives, ont singulièrement compliqué depuis quelques années la question des chaudières marines. Bien des idées ont été émises sur les moyens d'augmenter leur puissance, et elles ont donné lieu à une foule d'applications. Mais on a souvent perdu de vue que le principal obstacle à l'étude du fonctionnement des chaudières provient de l'influence mutuelle de leurs divers éléments, qui ne permet guère de dégager de la masse confuse des faits d'expérience la part de chacun d'eux dans le résultat final. L'intérêt capital du travail de M. de Maupeou consiste précisément en ce qu'il établit une théorie d'ensemble des phénomènes si complexes dont les chaudières sont le siège, et de leurs actions réciproques, en même temps qu'il donne des explications nouvelles de certains de ces phénomènes.

Ce travail est divisé en quatre parties. Définissant la chaudière, ou le générateur de vapeur, un appareil de transformation d'énergie, dans lequel on dépense du combustible pour obtenir de la vapeur sous pression, il passe en revue successivement : le *foyer*, où la combustion du charbon développe de la chaleur; les *parois métalliques*, qui transmettent le flux de la chaleur et résistent à la pression de la vapeur; le *volume intérieur*, qui sert de réservoir à l'eau et à la vapeur. Un dernier chapitre est consacré aux *causes qui limitent la puissance*.

1° *Foyer*. — La puissance de la source de chaleur dépend de la quantité de charbon brûlée, de la quantité d'air employée à le brûler, et de la perfection de la combustion.

L'activité de la combustion est réglée par le tirage, dont la valeur correspondant à l'utilisation maxima varie sensiblement comme le carré de la quantité de charbon brûlée par mètre carré de grille et par heure. On a ainsi : $h = \alpha P^2$. Le coefficient α est important à connaître : il permet d'indiquer aux chauffeurs le tirage nécessaire à une consommation déterminée; et c'est là, d'après M. de Maupeou, le moyen le plus pratique d'obtenir une utilisation aussi voisine que possible du maximum. Quant au système de tirage forcé, celui qui réussit le mieux dans la marine, est l'insufflation, soit dans la chaufferie, soit dans le cendrier. Il serait intéressant d'étudier aussi l'installation de ventilateurs aspirants.

La quantité d'air à introduire dépend de l'épaisseur de la couche de combustible. L'expérience a montré que le volume d'air qui correspond à l'utilisation maxima est voisine de 10 mètres cubes. Pour que la combustion soit bonne, il faut obtenir un mélange intime de l'air et du combustible, tant sur la grille que dans la boîte à feu, ce qui dépend de l'habileté des chauffeurs et de la disposition du foyer. Il faut, en outre, maintenir la température dans des limites convenables : trop basse, elle éteint la flamme; c'est ce qui a lieu avec des tubes de très petit diamètre; ils jouent le rôle d'une toile métallique; trop élevée, elle arrête également la combustion, par suite de la dissociation des gaz.

La surface de chauffe doit satisfaire aux conditions suivantes : assurer un refroidissement progressif et un brassage des gaz; être effective, c'est-à-dire telle que toutes ses parties soient léchées par la flamme et les gaz chauds; être facile à nettoyer; enfin, être proportionnée à l'activité de la combustion. De là l'utilité d'augmenter le rapport de la surface de chauffe à la surface de grille; de là aussi l'emploi des tubes Serve. D'ailleurs, la production peut augmenter dans des limites assez étendues sans que l'utilisation diminue notablement, du moins dans les chaudières tubulaires.

La qualité du combustible a aussi une importance capitale. Plus la combustion est active, plus les mâchefers sont sujets à coller sur les grilles et à couler entre les barreaux, en sorte qu'il est impossible de brûler au tirage forcé bien des charbons qu'on emploie au tirage naturel.

2° *Parois métalliques*. — Les tôles, les tubes et leurs assemblages doivent être agencés de telle sorte qu'ils transmettent le flux de chaleur des gaz à l'eau, et qu'ils résistent à la pression de la vapeur et à l'action de la chaleur.

Le flux de la chaleur dépend de la température du foyer. Son maximum, qui règne dans les parties exposées au rayonnement de la grille, correspond à une vaporisation d'environ 250 l., soit 150 000 calories par mètre carré-heure. Les chiffres admis pour la conductibilité donnent, pour ce flux de chaleur, une variation de température de deux degrés et demi par millimètre d'épaisseur. Dans ces conditions, une tôle, supposée libre, se bomberait du côté du feu; fixée à ses extrémités, les fibres du côté du feu seront comprimées; celles du côté opposé travailleront par traction. Néanmoins, le calcul indique que la limite d'élasticité ne serait atteinte que pour une différence de 125 degrés, soit une épaisseur de 50 millimètres qui n'existe nulle part. Mais si la tôle est couverte de dépôts graisseux ou calcaires, le flux de chaleur diminue (de 200 l. à 150 l. dans les expériences de MM. Mathelin et Pinard à Brest), et la température de la paroi, se rapprochant de celle du foyer, peut atteindre le rouge sombre (500°). Ce second effet augmente la fatigue de la tôle que le premier diminue. D'ailleurs, les expériences de M. Le Chatelier montrent que l'élasticité du fer et de l'acier diminuent rapidement à partir de 350 degrés. Il paraît en être de même de la conductibilité. Il suffit donc que le métal atteigne cette température du côté du feu, pour qu'il se manifeste un écrasement à chaud, une distension à froid, ou même des criqûres et des cassures, surtout lorsque ces déformations répétées ajoutent leurs effets. Elles se révèlent par des suintements avant d'être visibles.

Il y a donc lieu de distinguer deux genres d'avaries distincts, suivant que la dilatation est libre ou non : dans le premier cas, on a des bosses uniquement dues à l'action de la pression sur un métal rougi qui a perdu son élasticité; dans le second, des efforts alternatifs d'écrasement et de rupture par traction, avec courbures inverses. M. de Maupeou donne plusieurs exemples de ces avaries; il en analyse

Digitized by Google

les effets, il en recherche les causes, en s'appuyant sur les lois de la conductibilité, de la dilatation et de l'élasticité, et il parvient à montrer que certaines déformations qui paraissaient inexplicables suivent en réalité la même loi, convenablement interprétée. L'espace nous manque pour suivre l'auteur dans ces détails instructifs (1). Nous citerons seulement son étude sur le capitonnage des flancs de foyer entretoisés, sur les fuites des coutures rivées exposées au coup de feu, sur la fatigue des tubes bouilleurs et le cintrage des tubes inférieurs dans les chaudières multitubulaires. L'emploi des tubes Serve ou encore des tubes démontables isolément est le meilleur remède à ces inconvénients. — L'emmanchement des tubes dans la plaque de tête est généralement la partie des chaudières tubulaires qui fatigue le plus, la surface de chauffe de la plaque étant plus grande que sa surface de refroidissement. M. de Maupeou examine les différentes manières dont peuvent se produire les fuites. Il considère à cet effet la plaque de tête, le tube et la bague comme un ensemble de trois bagues, initialement serrées par le mandrinage, soumis à l'action de la chaleur. On conçoit que, suivant la nature des métaux et l'épaisseur des bagues, il se produira soit un desserrage élastique, si la dilatation de l'anneau extérieur l'emporte, soit un desserrage permanent, si l'anneau intérieur ayant une dilatation plus grande s'écrase et dépasse sa limite d'élasticité, au point de rester trop petit après refroidissement. Ces considérations permettent d'expliquer aisément des effets de desserrage qui paraissent au premier abord très dissemblables.

En résumé, les avaries sont dues à deux causes simultanées : l'élévation de température des parois et les obstacles à leur dilatation. On doit donc chercher, par tous les moyens, à assurer la *conductibilité* et l'*élasticité* par l'emploi du cuivre, par le nettoyage des surfaces, par l'agencement bien étudié des assemblages. Un système qui a donné les meilleurs résultats pour la tenue des tubes est dû à M. Caraman : il consiste à incruster par mandrinage, partie dans le tube et partie dans la plaque de tête, deux anneaux, l'un en laiton, l'autre en maillechort. Pour les entretoises vissées par l'intérieur du foyer, il est bon d'insérer sous la tête une rondelle de cuivre. De même, aux rivures du foyer, si l'on est forcé d'en avoir, on interposera une feuille de cuivre qui aura en outre l'avantage de faire l'étanche sans qu'il soit nécessaire de mater. D'une façon générale, les métaux employés doivent être de première qualité et d'une dilatation modérée, ne pas prendre la trempe, ni être altérables à la chaleur.

Il est intéressant, à propos de ces efforts exercés par la chaleur sur les diverses parties d'une chaudière, de se reporter au Mémoire que leur a consacré cette année même, devant l'*Institution of Naval Architects*, le constructeur de torpilleurs, M. Yarrow. Sans avoir sur ces questions des vues aussi étendues que M. de Maupeou, il est arrivé, à la suite de nombreuses expériences, à formuler sur plusieurs points des conclusions analogues. Il recommande par-dessus tout d'assurer l'élasticité dans toutes les parties de la construction. Il conseille le cuivre comme métal de la plaque de tête pour les combustions actives : bien que se dilatant plus que l'acier dans le rapport de 3 à 2, il possède en revanche une conductibilité six fois plus grande, et, au total, se déforme moins. M. Yarrow avait aussi constaté qu'on peut avec avantage réduire l'épaisseur usuelle des plaques à tubes, de façon à rapprocher leur élasticité de celle des tubes dont elles ont à suivre les déformations.

3° *Volume intérieur.* — La qualité de l'eau d'alimentation a une grande importanee au point de vue du fonctionnement et de la conservation des appareils. Les impuretés salines ou graisseuses forment sur les surfaces de chauffe des dépôts, qui diminuent le flux de chaleur et augmentent la température des parois. Il est donc nécessaire de purifier l'eau par filtration, traitement chimique ou distillation.

Les parties haute et basse de la chaudière sont exposées à des températures et par suite à des dilatations différentes, qu'il est essentiel d'égaliser le plus possible en assurant une bonne circulation de l'eau sur les surfaces de chauffe. Cette circulation doit être rapide afin de refroidir les surfaces, de mieux détacher les bulles de vapeur et d'empêcher les dépôts. Aussi le faisceau tubulaire ne doit pas être trop serré ; M. Normand, le célèbre constructeur du Havre, va même jusqu'à étrangler les tubes dans le voisinage de la plaque de tête pour faciliter le dégagement de la vapeur. Dans le tube Thirion, c'est par la différence de densité des colonnes liquides que le mouvement est assuré.

4° *Des causes qui limitent la puissance.* — Il résulte de ce qui précède que les éléments dont dépend la puissance des chaudières peuvent être classés de la manière suivante :

Foyer	Tirage.	
	Disposition du parcours de flamme.	
	Qualité du combustible.	
	Habileté des chauffeurs.	
Parois métalliques.	Disposition des surfaces de chauffe.	Epaisseur.
		Elasticité.
		Etendue.
	Qualités des métaux.	
	Assemblage, disposition, exécution.	
	Etat des surfaces.	
Volume intérieur.	Qualité de l'eau d'alimentation.	
	Circulation de vapeur et d'eau.	

II. Lois du mouvement de roulis sur houle en milieu non résistant, par M. MARBEC, Elève-Ingénieur de la Marine.

On sait que dans la théorie du roulis d'un flotteur de petites dimensions par rapport à celles de la houle, on attribue au centre de gravité du flotteur le mouvement orbitaire des molécules du liquide. L'équation du roulis est alors une relation entre les angles que fait la verticale absolue avec la normale à la houle (pente de la houle) et avec la mâture du flotteur (angle de roulis absolu). En introduisant dans cette relation quelques hypothèses de simplification, on arrive à l'équation de Froude, équation différentielle du second ordre, que l'on sait intégrer analytiquement. C'est une intégration géométrique, à la fois très simple et fort élégante, de l'équation de Froude, qui fait l'objet de la communication de M. Marbec.

Partant des propriétés cinématiques bien connues du mouvement d'un point d'un cercle roulant sur un autre cercle, il démontre que la projection de ce mouvement sur un diamètre du cercle fixe est donnée par une équation différentielle de même forme que l'équation du roulis. En d'autres termes, la loi en fonction du temps de l'angle de roulis absolu est la même que celle des ordonnées de l'épicycloïde décrite par le point mobile. En identifiant les deux équations, on a donc des relations entre les éléments de la houle et du flotteur considérés en analyse, et les éléments des deux cercles considérés en géométrie, donc, une représentation géométrique de la loi de génération des angles de roulis.

Dès lors, on retrouve sous une forme nouvelle et caractéristique toutes les propriétés du roulis. C'est ainsi que les sommets des boucles de l'épicycloïde sont de deux espèces, ayant chacune une période angulaire distincte, et ces deux périodes sont précisément celles du roulis. Cette méthode se prête également avec la plus grande facilité à la discussion du problème. Il suffit de faire varier le rapport des rayons des deux cercles pour réaliser les diverses circonstances qui peuvent se présenter pour l'épicycloïde, et l'on reconnaît sans peine à quelles valeurs de ce rapport correspondent les cas les plus remarquables de l'étude du roulis : celui de la houle synchrone, où la loi est la même qu'en eau calme; celui où, par suite d'une très grande stabilité ou d'un faible moment d'inertie, comme sur les petits bâtiments, le roulis sur houle se réduit au roulis de houle, la mâture du flotteur restant sans cesse dirigée suivant la normale à la houle; celui où, grâce à son grand moment d'inertie, le flotteur reste droit, avec sa mâture dirigée suivant la verticale absolue, comme les grands navires à longue période d'oscillation.

Dans la succession des mouvements de roulis, dont la loi n'est autre chose que la superposition de deux mouvements pendulaires de périodes différentes, l'angle d'inclinaison prenant des valeurs croissantes et décroissantes par séries alternées, passe à chaque série par un maximum absolu, qui varie généralement de l'une à l'autre. Il importe de connaître le maximum maximorum de ces angles. La méthode Marbec le donne immédiatement en fonction des rayons des deux cercles.

On peut se proposer alors, étant donné un navire dont on connaît le paramètre de stabilité statique, ou l'angle auquel s'annule le bras de levier du couple de redressement, de déterminer les houles dont il n'aura rien à craindre. Les périodes de ces houles doivent avoir un rapport, compris entre certaines limites, avec la période même du navire. Après avoir déterminé les régions de sécurité du navire, au point de vue de la valeur de ce rapport, M. Marbec termine son mémoire par la description d'un appareil fondé sur le mouvement épicycloïdal dont il est question plus haut, et réalisant les mouvements relatifs de la houle et du flotteur.

On serait peut-être porté à croire que cette intégration géométrique, si intéressante qu'elle soit, est due à une découverte fortuite. Il n'en est rien néanmoins. Ainsi que nous le verrons plus loin, à propos d'un second et considérable mémoire de M. Marbec sur les systèmes de distribution et de détente, c'est en s'appuyant sur des théorèmes tout nouveaux de cinématique, dont il est l'auteur, qu'il est parvenu à ce résultat. Ces théorèmes très généraux permettent d'intégrer géométriquement des mouvements, dont celui du roulis sur houle n'est qu'un cas particulier.

(A suivre.) Léon VIVET.

(1) On les trouvera dans le *Bulletin de l'Association technique maritime*, où tous les Mémoires seront publiés intégralement.

CORRESPONDANCE

L'Exposition de Chicago (1). — Les hautes maisons américaines *(planche VIII)*. — La bibliothèque. — Le chemin de fer glissant à l'Exposition de Chicago.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

Il est difficile, même pour ceux qui sont autorisés à circuler librement dans Jackson Park, de se faire dès maintenant une idée de ce que sera la future Exposition de Chicago. L'espace, d'une étendue considérable, qui lui a été assigné, est entouré d'une haute palissade en planches, qui cache au spectateur du dehors tous les travaux qui n'ont pas atteint déjà une certaine hauteur; mais même à l'intérieur de la palissade, la multiplicité des chantiers de construction, les voies ferrées qui s'entrecroisent dans tous les sens, les amoncellements de matériaux déposés en divers points, les tranchées ouvertes, tout cet ensemble donne une image parfaite du chaos.

Cependant les travaux progressent rapidement : plusieurs édifices sont déjà fort avancés, et, vu l'activité qui règne sur cet immense chantier, on peut prévoir que tout sera prêt au moment voulu. Neuf cents ouvriers ont été occupés jusqu'ici en permanence, et la force

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629; tome XVI, n° 2, p. 35; n° 3, p. 70; n° 4, p. 99; n° 6, p. 156; tome XVIII n° 4, p. 61; tome XIX, n° 5, p. 76; et n° 22, p. 355; t. XX, n° 3, p. 45.

Digitized by Google

motrice employée, qui est actuellement de deux mille chevaux, doit s'accroître graduellement jusqu'au chiffre de cinq mille chevaux.

Nous empruntons à l'*American Architect and Building News* d'intéressants détails sur l'état actuel des travaux et sur les dimensions et le coût des principaux édifices de l'Exposition. Voici d'abord la nomenclature des monuments actuellement en cours de construction avec la surface qu'ils occupent et leurs prix :

Bâtiments	Superficie — Mètres	Prix — Fr.
Administration	80 × 80	1.471.175
Agriculture	244 × 130	2.318.175
Industrie des transports	293 × 65	1.020.580
Annexe des transports	3ha 64	
Horticulture	305 × 60	1.134.450
Electricité	214 × 105	1.457.675
Pêcheries	110 × 50	664.550
Mines	214 × 107	1.145.575
Manufactures	515 × 240	4.156.275
Industries féminines	122 × 61	488.725
Etat d'Illinois	137 × 49	1.250.000
		15.107.180

Les autres bâtiments, dont les plans sont achevés ou à peu près, mais dont la construction n'est pas encore commencée, sont les suivants :

Bâtiments	Superficie — Mètres	Prix — Fr.
Palais des Machines	260 × 153	5.000.000
Annexe des Machines	168 × 128	
Beaux-Arts	153 × 98	2.500.000
Bétail	»	1.750.000
Casino (le prix comprend la jetée)	92 × 53	750.000
Forêts	153 × 61	»
Laiterie	61 × 30	»
Scierie	61 × 40	125.000

Des soumissions ont déjà été présentées pour le Palais du gouvernement des Etats-Unis et les contrats sont probablement signés à l'heure actuelle.

En ce qui concerne le Palais des Beaux-Arts, qui sera construit dans Jackson Park, et non en façade sur le lac, comme il en avait été question, les plans sont complètement terminés. Il ne sera employé pour cette construction que des matériaux absolument réfractaires. La question de l'emplacement a donné lieu à une discussion très vive devant le Conseil municipal : plusieurs membres insistaient pour que ce monument fût construit au bord du lac, afin qu'après l'Exposition il pût servir de musée pour l'Ecole des Beaux-Arts, qui se trouve à proximité de l'emplacement proposé. C'est l'intérêt de l'Exposition qui a prévalu, et cette décision a eu en outre pour conséquence que le seul bâtiment déjà construit sur le bord du lac en vue de l'Exposition, savoir un atelier de mécanique, va être désaffecté et vendu aux enchères.

La construction la plus avancée de Jackson Park est le Palais des industries féminines : les deux étages de ce monument sont achevés et sur le point d'être couverts.

Dans le Palais des Mines, le plancher est posé et l'on est en train de monter la charpente du toit. Les grandes travées du bâtiment de l'industrie des transports sont achevées. On creuse les fondations des palais de l'Electricité, de l'Administration, de l'Agriculture et de l'Horticulture; celles du palais des Manufactures sont terminées et l'on s'occupe de la superstructure.

Quant au bâtiment des Pêcheries et à celui affecté spécialement à l'Etat d'Illinois, le travail, bien que commencé, n'est pas aussi avancé.

La jetée protectrice de l'Exposition navale est à peu près terminée; le grand débarcadère est achevé, ainsi que les fondations en béton et en pierre du vaisseau de combat destiné à représenter la marine de guerre américaine à l'Exposition. Le vaisseau, paraît-il, doit être immobilisé sur le fond du lac, pour ne pas violer le traité avec l'Angleterre relatif à la marine de guerre sur le lac.

On se propose d'établir un débarcadère sur lequel sera construit le Casino : les plans sont faits; une jetée de vingt-quatre mètres de largeur conduira du Casino à terre. Cette construction comprendra neuf pavillons de deux étages, situés à vingt-quatre mètres au-dessus de la surface de l'eau; le pavillon central aura une hauteur de cinquante-cinq mètres. Des ponts relieront entre eux les neuf pavillons et une galerie de dix-sept mètres de largeur entourera le pavillon central.

La pièce d'eau principale sera entourée d'un espace libre assez vaste, en bordure duquel plusieurs bâtiments seront construits. Dans cet espace seront élevées treize colonnes surmontées de figures symbolisant les treize Etats primitifs de l'Union américaine. Les dessins de ces figures sont faits sous la direction de M. Saint-Gaudens. D'autres statues, en grand nombre, embelliront les jardins et les palais; une des meilleures est, dit-on, celle de Franklin : elle a 4m60 de hauteur et doit être placée devant le palais de l'Electricité.

Les emplacements en plein air destinés à être loués à des exposants dans le jardin central ne sont pas encore délimités, à l'exception de celui qui est réservé aux produits de l'Orient et sur lequel flotte déjà le drapeau turc.

On a déjà fait un choix parmi les projets présentés pour plusieurs des palais de l'Etat et les plans de construction en sont arrêtés. En général ces projets proviennent des institutions du gouvernement; cependant, dans deux ou trois cas, des architectes du dehors ont réussi à faire accepter leurs projets de préférence à ceux de leurs compétiteurs locaux.

Il n'a encore été fait que peu de chose en ce qui concerne les monuments étrangers, bien qu'ils s'annoncent comme devant être nombreux. Les agents de l'Angleterre et de l'Allemagne ont choisi deux des emplacements les plus favorables; le monument adopté pour l'exposition anglaise aura le caractère d'un château seigneurial.

Comme nous le disions en commençant, il n'est pas possible actuellement de se faire une idée de l'aspect que présentera, vu à vol d'oiseau, le champ de l'Exposition; l'étendue en est si vaste qu'à moins de s'élever en ballon à une assez grande hauteur, lorsque tous les travaux seront finis, il sera difficile de l'embrasser d'un seul coup d'œil. Cependant, dès à présent, on peut en avoir un aperçu en visitant le plan en miniature exposé actuellement dans l'ancien Palais de l'Exposition. Sur un espace d'environ trente mètres sur quinze, on a groupé la plupart des principaux édifices de l'Exposition future dont les plans ont été acceptés. A cette échelle réduite, la position relative et la dimension des édifices sont exactes et la configuration de l'ensemble est rigoureusement observée. Le lac Michigan est représenté par une bande d'eau courante empruntée au lac lui-même et introduit dans le bâtiment de l'Exposition. Jackson Park et le jardin central sont représentés par une matière argileuse peinte en vert, ressemblant à du carton-pâte. La ciguë terrestre simule les ormes dont le parc sera planté, et le tout est illuminé, la nuit, par des lampes électriques minuscules. Lorsque ces lumières se reflètent sur le lac agité ou sur la pièce d'eau paisible, ou lorsqu'elles éclairent les portes et les fenêtres des petits édifices, l'effet est réellement magique.

Les hautes maisons américaines (pl. VIII). — On se demande, dans le public, si l'on doit continuer à construire des édifices de grande hauteur, sans limite, pour ainsi dire, quant au nombre des étages. L'*Economist*, de Chicago, a publié à ce sujet plusieurs articles, entre autres, quelques communications intéressantes d'un architecte, M. Adler, qui croit que la limite extrême pourrait aller jusqu'à quarante étages, bien que l'on considère déjà un monument de vingt étages comme n'offrant pas une sécurité suffisante. Etant données les connaissances dont l'architecture dispose aujourd'hui et l'expérience acquise, l'auteur pense qu'aucune raison sérieuse ne s'oppose à ce que l'on atteigne et que l'on dépasse même cette limite. Un des points essentiels dont dépend la sécurité de ces hauts édifices, surtout en ce qui concerne le sol particulier de Chicago, ce sont les fondations, et pour montrer combien l'expérience a fait faire de progrès à cet égard, M. Adler passe en revue les fondations de la ville de Chicago, depuis son origine. Il commence par les anciennes fondations sur pilotis, sur lesquelles reposent les grands élévateurs à grains. Il n'est pas de construction qui soit appelée à subir des efforts et des déplacements de charges plus considérables que ces immenses appareils, et cependant leurs fondations les ont supportés victorieusement, affirme M. Adler. Telle n'est pas cependant l'opinion de tout le monde : plusieurs prétendent que quelques-uns de ces élévateurs ont tassé et que quelques hautes cheminées penchent d'une manière inquiétante. Le palais de justice et le palais du gouvernement des Etats-Unis,

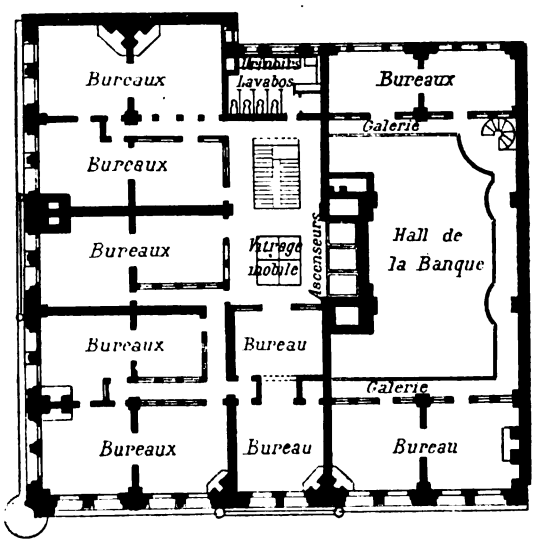


FIG. 1. — Les hautes maisons américaines. Plan du deuxième étage.

fondés sur pilotis, comme les élévateurs, sont des insuccès manifestes; mais M. Adler, tout en constatant le fait, attribue ces insuccès non à l'espèce particulière de fondations, mais à l'application peu judicieuse d'une chose bonne en elle-même. Il pense que les divers genres de fondations : bois et béton, fer et béton, etc., ont eu tour à tour leur utilité, mais qu'aucun ne constitue une solution définitive si l'on doit les appliquer à des constructions de plus en plus hautes, isolées ou non.

Dans l'étude des systèmes adoptés aujourd'hui, M. Adler traite des anciennes fondations en blocaille, de celles en pierres de taille et du passage graduel à l'emploi du fer et du béton. Il arrive enfin aux fondations sur pilotis employés concurremment avec l'acier et le béton, ce qui l'amène à développer certains principes qui ont été suivis dans quelques-unes des plus lourdes bâtisses modernes qui sont actuellement en cours d'exécution.

La gare des voyageurs du Northern Pacific Railway, dans Harrison Street, est construite tout entière sur pilotis; les poids de certaines parties sont énormes et les déplacements de charges sont fréquents et considérables. Ce problème difficile a été résolu victorieusement

Digitized by Google

par l'emploi de pilotis plus ou moins espacés et plus ou moins longs, suivant les charges qu'ils sont appelés à supporter. Ainsi la tour qui fait l'angle de la gare est montée sur des pilots de 16m 75 de longueur, qui supportent chacun une charge de 25 tonnes sans le moindre tassement. M. Adler ne prétend pas que ce soit là le dernier mot en fait de fondations pour édifices d'une grande hauteur, et il déclare qu'il est allé plus loin encore lorsqu'il a établi le plan des fondations du nouveau théâtre allemand de Randolph street. Voici d'ailleurs en quoi consiste ce plan :

Des pilots de 15 mètres de longueur sont enfoncés dans le sol vaseux jusqu'à ce que leur pointe ait pénétré dans l'argile dure, comme pour la gare du Northern Pacific. Les têtes des pilots sont coupées à une hauteur uniforme de 90 centimètres environ au-dessous du niveau des égouts, puis on les couvre d'un grillage formé de deux rangées de poutres de chêne boulonnées en croix sur les têtes des pilots. Sur cet ensemble on coule un lit de béton dans lequel on immerge des fers en I dont les extrémités dépassent et servent à relier les nouveaux murs avec les murs mitoyens des bâtiments adjacents. On obtient de la sorte une substructure absolument inébranlable.

Il est douteux cependant qu'à l'avenir on ait l'occasion d'expérimenter ces divers systèmes de fondations au point de vue de leur solidité pour supporter de hautes constructions. Plusieurs raisons s'opposent à la généralisation de ces monuments gigantesques; l'une, entre autres, et qui est des plus sérieuses, c'est l'impossibilité de garantir que ces bâtisses, lorsqu'elles seront remplies de matières inflammables, résisteront d'une manière absolue aux effets d'un incendie. En effet, si le bâtiment n'est pas, dans toutes ses parties, à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur, à l'épreuve du feu, il est à craindre que les supports, rougis sous l'action d'un feu intense, ne se déforment et qu'il n'en résulte un effondrement terrible de tout l'édifice. Une autre objection, non moins grave, est l'impossibilité où l'on serait de sauver les habitants des étages supérieurs dans le cas d'un incendie éclatant dans le bas.

Plusieurs sommités médicales de Chicago ont émis d'ailleurs des craintes sur les inconvénients que pourrait avoir pour la salubrité de la ville la généralisation de bâtisses d'une hauteur disproportionnée avec la largeur des rues, et un projet de décret a été présenté devant le Conseil municipal, tendant à interdire la construction de maisons de plus de dix étages. Reste à savoir si ce décret passera; on le croit généralement, certains propriétaires surtout, qui se hâtent d'établir les plans préliminaires de constructions menaçant le ciel, et d'obtenir des permis de bâtir, afin que plus tard la valeur de leurs propriétés s'augmente du droit d'élever des bâtisses dépassant de huit ou dix étages les maisons avoisinantes.

La bibliothèque publique de Chicago. — Cet établissement, dont la construction est depuis longtemps projetée, sera probablement exécuté prochainement. Un Ingénieur a été chargé, il y a quelques mois, d'étudier, sous la direction de la Chambre des libraires, les dispositions intérieures du monument, et les plans en sont achevés. Ces dessins seront adressés à quelques architectes, dont trois de Chicago, un de New-York et un de Boston, avec charge par eux de fournir des plans d'ornementation extérieure, moyennant un prix de 5 000 francs pour chaque plan. D'autres architectes seront également autorisés à fournir des plans, mais sans garantie de rémunération.

Le monument sera du style classique, sans dôme ni tour; il aura quatre étages et sera construit en granit ou en pierre bleue de Bedfort. Au deuxième étage, un emplacement de 1 400 mètres carrés environ sera réservé pour servir de salle de conférences. La bibliothèque aura deux entrées principales : l'une sur la rue Washington, l'autre sur la rue Randolph. Une cour de 40 mètres de largeur donnera sur la place Dearborn. La façade sur la rue Michigan sera continue et sans portes.

Au premier étage il y aura une salle pour la réception des livres et leur classement. Au second, seront les salles de sortie et de rentrée des livres. La grande salle de lecture sera au troisième et prendra jour par la toiture, qui sera vitrée.

La bibliothèque pourra contenir deux millions de volumes. La salle de conférences dont il a été question plus haut occupera l'angle nord du bâtiment. Une grande partie du quatrième étage est réservée pour les bureaux et les chambres des directeurs. Le projet prévoit la possibilité d'agrandissements futurs qui donneront place à un nombre considérable de volumes; mais on pense que les dimensions actuelles suffiront largement et qu'aucun agrandissement ne sera nécessaire avant un demi-siècle.

Inauguration du monument du général Grant. — La levée du voile qui couvrait l'œuvre remarquable de M. Rebisso a eu lieu dernièrement avec tout le cérémonial que comportait cette circonstance. Les troupes fédérales du fort Sheridan, la milice de l'Etat, les vieux soldats retraités, les enfants des écoles, les facteurs des postes, les agents de police, en un mot, tous ceux qui étaient capables de marcher au pas et de porter un uniforme, ont été appelés à prêter leur concours à cette cérémonie.

La statue équestre du général Grant est située à l'est de Lincoln Park, tout près du grand lac. A cet endroit, on a créé tout récemment une large avenue, bordée d'eau de chaque côté, qui est une merveille de maçonnerie : elle a plus de 1 600 mètres de longueur. C'est de cette avenue que l'on a la meilleure vue du monument. Le journal américain auquel nous empruntons ces détails critique la disproportion du piédestal, qui est énorme, avec la statue, de sorte que celle-ci paraît toute petite, et que l'œuvre du sculpteur, qui est fort belle, disparaît écrasée par la hauteur et la massivité de la maçonnerie qui la supporte.

Le chemin de fer glissant de l'Exposition de Chicago. — Le 26 août dernier, la Direction de l'Exposition Colombienne de Chicago a signé un contrat avec une Société américaine, au capital de 1 500 000 francs et intitulée la *Barre Sliding Railway C°*, accordant à cette dernière le privilège exclusif du transport des visiteurs de l'une des principales portes de l'Exposition au centre de ladite Exposition.

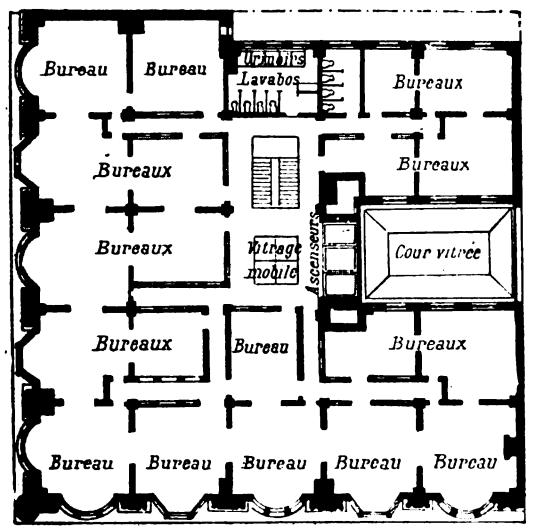


Fig. 2. — Plan du troisième au huitième étage.

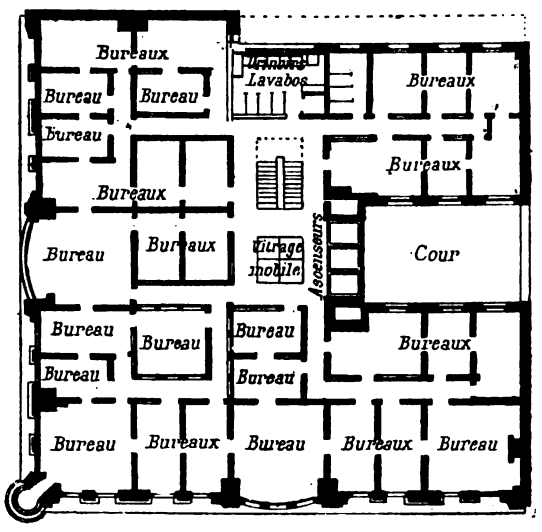


Fig. 3. — Plan du neuvième au douzième étage.

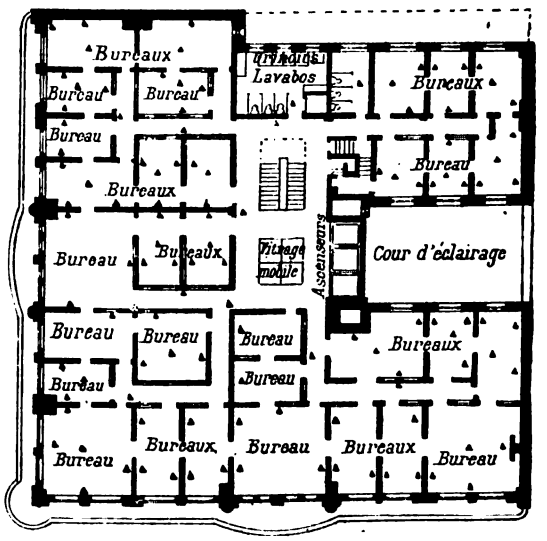


Fig. 4. — Plan du treizième étage.

Fig. 2 à 4. — Les hautes maisons américaines.

Le chemin de fer glissant, entièrement installé en chemin de fer aérien sur une longueur de 1 600 mètres, part de Cottage Grove Avenue pour aboutir au centre des Expositions étrangères, en suivant sur toute sa longueur « Midway Plaisance », qui sera la grande « Rue du Caire » de l'Exposition Colombienne.

La Direction de l'Exposition a imposé à la *Barre Sliding Railway C°* l'obligation de pouvoir transporter 90 000 voyageurs par journée de 14 heures d'exploitation.

Cette grande application industrielle du petit chemin de fer glissant que nous avons vu à l'Esplanade des Invalides, présentera certainement un intérêt tout particulier.

La ligne doit comporter deux voies, l'une sans arrêts intermédiaires et destinée à des trains glissants rapides qui, malgré le peu d'espace dont ils disposent pour développer leur accélération, n'en atteindront pas moins la vitesse de 130 ou 140 kilomètres à l'heure.

L'autre ayant deux stations intermédiaires séparant des parcours d'environ 500 mètres et présentant par suite l'aspect ainsi que les conditions d'exploitation d'un chemin de fer Métropolitain.

La vitesse sur cette seconde ligne, dite « omnibus » doit atteindre 34 kilomètres à l'heure, arrêts compris, ce qui est le double de la vitesse de notre chemin de fer de Ceinture.

L'exploitation sera disposée de telle façon qu'il y ait toujours deux trains en mouvement sur la ligne « omnibus » pendant qu'un troisième parcourt la ligne express. Sur cette dernière et de chacune de ses extrémités un train partira toutes les deux minutes et demie.

Les trains sont composés de cinq voitures de 9 mètres de longueur et pouvant contenir 60 voyageurs chacune.

Les stations et les wagons seront éclairés, le soir, par l'électricité. Disons enfin que l'installation permettra de marcher pendant les gelées et les hivers américains, qui sont beaucoup plus rigoureux que les nôtres.

Ainsi qu'on le voit par ces quelques renseignements, il y aura là un champ d'observation très important, qui permettra d'apprécier réellement à sa juste valeur le chemin de fer glissant à propulsion hydraulique.

Veuillez agréer, etc.

R. Madison,
Ingénieur civil.

Digitized by Google

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES
et les difficultés présentes.

(Suite[1].)

Les puissants de la terre ont toujours eu leurs courtisans, et les courtisans sont d'autant plus nombreux que la puissance est plus absolue, plus insatiable. Le suffrage universel place la puissance dans les masses, les masses sont adulées : ceux qui ont le courage de leur dire la vérité, sont écartés ; non seulement on se refuse à les entendre, et plus encore, à suivre leurs avis ; mais on les accuse, on les écarte rudement, ce sont des ennemis. Il me paraît que les masses sont encore plus sensibles à la flatterie que les personnes ; dans tous les cas, elles y applaudissent, elles y ont confiance et suivent aveuglément les hommes qui les prodiguent.

Je ne veux pas dire que les défenseurs de la participation, convaincus qu'elle résoudra la question sociale, soient les courtisans des masses. Je sais que beaucoup d'entre eux sont de parfaite bonne foi, notamment les membres de la Société fondée par M. Ch. Robert ; ils ont confiance dans l'idée et veulent l'appliquer ; c'est pour eux le salut. Mais beaucoup, qui les suivent, sont peu au courant des affaires de l'industrie. L'idée leur paraît séduisante, ils s'en servent, ils en flattent les ouvriers, ils s'efforcent de les convaincre que le fleuve de la Lydie, qui a fait de Crésus le plus riche des monarques, va les inonder de ses richesses. C'est là, dans notre pensée, une profonde illusion, qui n'est pas sans danger, surtout quand les pouvoirs publics, s'emparant de l'idée, forment le projet de l'imposer par une loi. Le Pactole a charrié beaucoup d'or ; ce grand fleuve est à peine aujourd'hui une petite rivière. La participation, si sympathique qu'elle puisse être, sera toujours une petite rivière, et nous doutons fort qu'elle répande jamais, dans les masses laborieuses, de grandes richesses.

Quoi qu'il en soit de ces réflexions, nous devons arriver à la proposition de loi présentée par un nombre considérable de députés, à la tête desquels M. Guillemet s'est placé (2), et voici les considérations qui, dans leur opinion, la justifient :

La conviction absolue des auteurs du projet, au moins ils le déclarent, c'est que la participation est *le nœud de la question sociale ;* pour sauver la société, il ne faut rien autre qu'un peu de bonne volonté de la part des chefs d'industrie. Obligés de reconnaître que la participation ne peut être imposée par la loi à l'ensemble de l'industrie privée, ils s'adressent à l'Etat et lui demandent qu'il exige l'application du système vis-à-vis de ses concessionnaires et, de plus, qu'il en fasse l'application lui-même dans les exploitations qu'il dirige ; il en est le maître, il doit montrer l'exemple.

La proposition de loi fait ensuite l'historique de la participation en France. Nous l'avons déjà exposé. De plus, elle nous fait connaître ce qui a déjà été fait au Parlement et au Conseil municipal de Paris, nous devons l'indiquer.

En mai 1879, M. Laroche-Joubert a présenté à la Chambre une proposition de loi ayant pour objet de pousser au régime coopératif, par la participation *imposée* aux adjudicataires des travaux à exécuter pour le compte de l'Etat, des départements et des communes.

En 1882, MM. Balue, Jules Roche, Lagrange et Laisant déposent une proposition dans le même esprit ; à la même époque, M. Blanc-subé émet la pensée d'exiger des sociétés concessionnaires de l'Etat, le prélèvement d'un dixième de leurs bénéfices, pour fonder une caisse des ouvriers, en vue de les rendre propriétaires d'une partie du capital. Aucune de ces propositions ne fut discutée.

Le Conseil municipal de Paris s'est aussi préoccupé de la participation ; le 20 décembre 1881, M. Mesureur déposa cette proposition :

« L'Administration est invitée à étudier les moyens *d'imposer* aux adjudicataires des travaux de la Ville de Paris, *l'obligation* de la participation aux bénéfices pour le paiement de leurs ouvriers. »

Cette proposition, très bien accueillie par les autorités, s'est enterrée dans le sein d'une Commission.

Le 20 mars 1883, M. Waldeck-Rousseau, Ministre de l'Intérieur, institua une Commission de 24 membres chargée de rechercher les moyens d'accès des associations ouvrières aux adjudications des travaux de l'Etat, et d'étudier dans quelle mesure il serait possible d'obtenir des entrepreneurs, la participation de leurs ouvriers aux bénéfices de leurs entreprises.

Cette Commission a travaillé beaucoup ; elle a produit deux projets. Le premier déclare que le patron peut admettre ses ouvriers à participer à ses bénéfices, sans qu'il en résulte pour eux aucune responsabilité en cas de perte ; nous le savions déjà avant ces grands labeurs. Il dit aussi, contrairement au droit commun qui résulterait de cet engagement, que l'ouvrier peut renoncer à la vérification de l'inventaire. C'est ce qui se pratique quelquefois. Le second projet autoriserait la Caisse des Dépôts et Consignations à recevoir à titre de dépôt, les fonds provenant des bénéfices de la participation ou des institutions de prévoyance fondées par les patrons.

Comme le dit le nouveau projet dont nous nous occupons, ces résultats sont minces, et j'ai résumé tout ce qui a été fait en France jusqu'ici, ou plus justement ce qui a été dit.

La proposition qui, avec raison, cherche à s'appuyer sur des actes, se demande si l'étranger a fait plus que nous, elle constate le contraire et s'étonne que l'Angleterre, ordinairement si pratique, compte si peu d'établissements où la participation soit appliquée. N'est-ce pas, surtout, parce que l'Angleterre est pratique, qu'elle craint de modifier les conditions normales du salaire ? La rédaction de la proposition constate, que le mouvement est très lent aux Etats-Unis et en Allemagne, elle trouve qu'en Italie, son développement est très marqué, bien que la statistique prouve qu'il y en avait un seul exemple en 1885 et que cet exemple reste unique en 1890. Rien en Portugal, malgré un exemple du Gouvernement, qui, par une loi du 22 mai 1888, jouit du monopole de la fabrication des tabacs. Nous voyons, en effet, d'après les bases de cette loi, paragraphe 122 de l'article 2, qu'il doit être institué, en faveur des ouvriers, une caisse de retraite, dont le minimum serait de 445 francs par an, et que les administrateurs, les conseillers fiscaux, le personnel ouvrier et non ouvrier, seront intéressés pour un pourcentage de 5,1 °/₀ sur l'excédent des bénéfices annuels du monopole, au-dessus de 19 250 000 francs. On ne nous dit pas le résultat de cette tentative. Nous observons simplement qu'elle porte sur un monopole et ne peut être le point de départ d'une application ; on ne peut comprendre, en effet, les bénéfices que peut réaliser un monopole qui n'a qu'un but : un impôt indirect et facultatif.

La proposition examine si la participation est conforme au droit naturel et à l'équité, et conclut pour l'affirmative. Elle dit que le succès de l'industrie dépend de l'association étroite, indispensable du capital, de l'intelligence et du travail ; que si ces trois facteurs sont également nécessaires, il importe qu'ils aient droit dans une mesure égale au produit de la richesse créée par eux, par leur triple et indispensable association ; elle ajoute que c'est l'évidence même et le droit strict.

Si le droit de l'ouvrier se traduisait par cette formule, il serait souvent exposé aux déboires les plus amers, le travail étant loin de produire toujours la richesse. Le droit de l'ouvrier est plus positif et plus absolu : tout ouvrier a droit à un salaire qui résulte d'une convention ferme entre celui qui l'emploie et lui-même. Nos députés, qui s'occupent ici de la participation aux bénéfices, veulent oublier que l'industrie donne souvent des pertes, que, dans tous les cas, elle vit très péniblement, que les gains, quand on les obtient, sont très variés ; de plus, que l'ouvrier a des besoins immédiats, qu'il n'a jamais aucune responsabilité. Ces quelques mots suffisent pour démontrer que la mesure, si, par impossible, elle était généralement appliquée, serait absolument contraire aux intérêts qu'on veut protéger. Que le droit strict doit se borner et se borne à la juste rémunération du travail résultant de l'entente parfaite de l'ouvrier avec celui qui l'emploie. Cette entente n'a pas de règle absolue ; ses bases sont ce que décident les parties intéressées. Si l'une et l'autre sont d'avis que la participation doit y jouer un rôle, c'est au mieux ; mais il n'est pas de pouvoir qui puisse l'imposer comme un droit. Il nous suffit de répondre ces quelques mots à la déclaration des auteurs du projet. Nous les suivrions, au contraire, très volontiers dans l'examen des avantages que ce système de la participation a la prétention d'assurer à la société ; mais, comme discussion de ces avantages, nous nous trouvons dans l'obligation de nous contenter d'une déclaration ; la voici.

M. Laroche-Joubert, dans l'exposé des motifs de la proposition de loi, s'est ainsi exprimé :

« La coopération est le levier le plus puissant qu'on puisse imaginer pour arriver à augmenter la somme de production, en agriculture aussi bien qu'en industrie.... »

Nous ferons observer à MM. les Députés, auteurs du projet de loi, que la participation n'est pas la coopération : la coopération, que depuis 1848 surtout, on cherche à développer en France, n'a eu pour ainsi dire que des échecs (1) ; les succès déjà relevés dans cette étude sont très rares dans l'industrie, beaucoup moins dans l'agriculture où j'ai eu déjà l'occasion de le signaler en parlant dans *le Patrimoine de l'ouvrier* (2) du métayage appliqué généralement et depuis des siècles dans le centre de la France. J'ajouterai encore que M. Laroche-Joubert peut et doit avoir une opinion personnelle très favorable à la coopération industrielle, parce qu'elle a parfaitement réussi chez lui, où elle est organisée dans un milieu qui est une véritable famille où l'harmonie la plus parfaite ne cesse de régner depuis plusieurs générations, où l'autorité est respectée, où la coopération a été le couronnement de l'édifice des œuvres patronales les plus parfaites et les plus anciennes. Assurément, M. Laroche-Joubert a trouvé le système le plus avantageux pour sa situation particulière, et si nos usines avaient toutes l'âge des papeteries d'Angoulême, si toutes étaient dirigées par des hommes dévoués au bien et de la valeur de M. Laroche-Joubert, si, en un mot, ce succès remarquable n'était pas une exception presque unique dans une grande industrie, on pourrait peut-être dire, rien n'est plus avantageux ; mais une semblable exception ne saurait être une base pratique pour la réorganisation du salaire.

Comme nous l'avons dit plusieurs fois, au cours de cette étude, les auteurs de la proposition déclarent que la participation aux bénéfices ne peut être imposée par l'Etat à l'industrie privée. A leur avis, l'Etat ne peut agir que par l'exemple et la persuasion.

Le rapport examine quel est le meilleur système de participation ; il écarte, en l'honorant, la participation due à la générosité du patron, parce qu'elle a le caractère de bienfaisance, qui, à ses yeux, ne relève pas l'ouvrier, qui ne rend pas ses intérêts solidaires de ceux du patron. C'est là un caractère de l'époque, un caractère voulu ; on

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 3, p. 37 ; n° 5, p. 75, et n° 6, p. 94.
(2) Séance de la Chambre des députés du 22 mai 1891.

(1) Nous ne saurions trop recommander, à ce sujet, l'étude très complète que M. Ch. Lavollée a publiée dans la *Revue des Deux-Mondes* à la date du 15 février 1884, *les Sociétés ouvrières*. L'auteur démontre l'échec absolu du socialisme préconisé par Louis Blanc ; la ruine des sociétés ouvrières fondées à cette époque, avec les deniers de l'Etat ; il rappelle que l'Empire prêta son concours et fournit des fonds pour la création de nombreuses sociétés ; le résultat fut négatif. Le problème des sociétés ouvrières fut repris en 1870 ; l'échec a été aussi complet qu'en 1848.
(2) *Le Patrimoine de l'ouvrier*, A. Gibon. Guillaumin et Cie.

Digitized by Google

exige ce que l'on appelle le droit, le droit absolu, on cherche à prouver, contrairement au droit naturel, que la participation est un droit, on veut rayer et supprimer des rapports sociaux entre patrons et ouvriers, tout ce qui peut avoir le caractère d'un bienfait; nous répéterons, avec M. Leroy-Beaulieu, que c'est une façon inique, sauvage et barbare d'entendre le droit, qui supprime tout ce qu'il y a de généreux et de tendre dans l'âme humaine. Nos honorables députés, signataires de la proposition, préfèrent la participation contractuelle; elle est réglée, elle établit le contrôle, elle est selon eux un acheminement à la coopération, et alors c'est une association véritable définie par le Code civil, le Code de commerce et la loi du 24 juillet 1867 sur les sociétés : la question sociale est résolue. C'est aller vite et loin; à notre avis, *cette conception du droit absolu à la participation, si, par impossible, elle prévalait un jour, aurait pour effet immédiat sa suppression dans les quelques ateliers qui la pratiquent patronalement.* Le rapport paraît s'en apercevoir, car il recherche le système national le plus favorable aux concessions et aux manufactures de l'Etat; il choisit celui de la Société anonyme de tissus de laine des Vosges, qui possède des établissements importants au Thillot et à Trougemont.

Le projet s'étend très longuement sur les combinaisons diverses de cette organisation. Nous ne le suivrons pas dans la discussion de ce système, qui cependant présente un certain intérêt, mais nous pouvons le résumer. Pour être admis participant, il faut au moins trois années consécutives de présence active dans la maison; la répartition tient compte de la production, de l'ancienneté, du zèle, et de l'assiduité; le conseil d'administration détermine sur ces bases, fixées par une échelle de convention, la part de chacun. Les statuts allouent au personnel 15 % des bénéfices de la société, ce qui représente environ 25 000 fr. par an; moitié de la part de chacun est remise en argent, moitié est appliquée à un compte personnel de prévoyance. La société bonifie ce capital d'un intérêt de 5 % l'an. Le produit total n'est versé au titulaire qu'après vingt années de présence consécutive, ou après soixante ans d'âge; le service militaire est compté comme temps de présence. Le participant perd absolument son avoir, il est déchu de ses droits, s'il quitte la maison, soit volontairement, soit pour avoir enfreint les règlements. Les allocations successives sont versées à la caisse de retraites; en cas de décès, la liquidation est réglée au profit des ayants-droit. Telles sont les règles de la participation jugées les plus parfaites par les promoteurs du projet. Nous ne discuterons pas ce règlement, nous avons vu les variations infinies des combinaisons, nous devons toutefois faire observer que, d'après les vues de M. Guillemet et de ses collègues, il s'agit d'une participation contractuelle et, par conséquent, l'une des parties seule ne pourra en régler les termes, dès lors ces conventions varieront à l'infini. En un mot, une partie ne peut imposer un contrat à l'autre, dès qu'on reconnaît identiques les droits des deux parties; agir différemment, c'est faire acte de générosité, c'est méconnaître la dignité humaine ! C'est ainsi du reste que parle le rapport que nous discutons.

Nos honorables députés présentent les objections qui peuvent être faites à leur projet et cherchent à les réfuter. Mais avant, ils croient pouvoir affirmer que, patrons et ouvriers, sont d'accord sur le principe. C'est là une erreur absolue, qui est démontrée par les très rares tentatives qui ont été faites, notamment des participations contractuelles, et par la consultation, dans tous les pays, que nous avons placé sous les yeux de nos lecteurs. C'est donc une profonde erreur, une illusion d'affirmer que tout le monde soit d'accord sur le principe. C'est en opposition formelle avec la vérité.

Voici maintenant les objections qu'on prétend réfuter :

La participation, dit-on d'abord, peut bien être pratiquée par la petite industrie, mais elle est impossible dans les grandes exploitations.

MM. les députés répondent que l'expérience dit le contraire et donnent pour témoignages : le Bon-Marché, le Printemps, la maison Leclaire, les papeteries d'Angoulême, la Compagnie d'Orléans. Ce n'est pas là une démonstration.

La papeterie d'Angoulême, très bien organisée au point de vue de l'autorité, pratique un système de coopération très complexe qui réussit à merveille; ce n'est pas certainement la participation simple appliquée par la maison Leclaire; on n'aura pas une idée très nette de l'organisation d'Angoulême et du tantième des bénéfices attribué aux ouvriers, en lisant la déposition de M. Laroche-Joubert à la Commission d'enquête (1), mais on aura ce qui a été dit de plus clair sur cette institution, d'un caractère absolument patronal.

Nous ignorons ce que fait la maison du Printemps.

Nous avons déclaré plusieurs fois, au cours de ce travail, qu'un nombre important des maisons présentées comme modèles du système, témoignaient simplement par leurs actes un intérêt très vif à leurs collaborateurs, mais ne pratiquaient pas réellement la participation. Nous n'avions aucun intérêt à le démontrer, notre réserve suffisait : qu'il y ait un exemple de participation ou deux sur mille industries de même nature, notre jugement sur le principe du système n'en était pas affecté. On nous signale ici deux sociétés considérables : le Bon Marché et la Compagnie d'Orléans comme participationnistes, et on veut s'appuyer sur ces exemples comme témoignages d'une expérience incontestable, nous nous trouvons dès lors dans l'obligation de les analyser et le lecteur jugera, d'après les dépositions de M. Fillot, l'un des directeurs de la maison du Bon Marché; de M. Sévène, alors directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, si la participation aux bénéfices est réellement appliquée dans ces très importantes Compagnies. C'est dans l'enquête des associations ouvrières constituée par le Ministre de l'Intérieur, que je trouve encore les renseignements qui vont suivre.

M. Fillot, répondant au président de la Commission, expose l'organisation du Bon Marché :

La participation, dit-il, s'exerce sous plusieurs formes :

Tous les employés préposés à la vente ont un intérêt de 2 à 3 % sur leur chiffre de vente.

C'est là un mode de rémunération du travail qui s'applique dans presque tous les grands magasins. C'est une commission sur la vente, qui, souvent même, n'est accordée à l'employé que sur l'excédent du chiffre des affaires de son comptoir d'une année sur celle qui l'a précédée. C'est là la plus grosse part du salaire des préposés à la vente et cela se comprend très bien; mais ce n'est pas là ce qu'on peut appeler un intérêt dans les affaires sociales et moins encore une participation aux bénéfices. C'est, comme le dit très bien M. Fillot, un tant pour cent sur le chiffre des ventes, appliqué à tous les employés à la vente, ainsi qu'aux chefs de comptoirs de service et aux inspecteurs.

En 1876, ajoute M. Fillot, M. Boucicaut a fondé une caisse de prévoyance en faveur des employés les moins favorisés : le capital de cette caisse de prévoyance, au 31 juillet 1883, a atteint 700 000 fr.; après sept années d'exercice, elle compte 750 membres sur 2 200 employés; pour en faire partie, il faut avoir cinq années de présence dans la maison. Les employés supérieurs, dont les appointements sont de 6 000 à 15 000 francs, ne font pas partie de cette caisse. La caisse de prévoyance fonctionne comme celle fondée par M. de Courcy à la Société d'assurances générales. Le compte de chaque employé est individuel; au moment de le liquider, le capital lui en est remis. En cas de décès, il appartient à ses ayants-droit; en cas de renvoi ou de démission, il est retenu au profit général de la caisse.

Ainsi, la caisse de prévoyance est alimentée par la générosité du fondateur, par un acte spontané de libéralité, par une somme annuelle prélevée sur les bénéfices, qui est indéterminée, dont le tantième n'est pas fixé, qui n'est le résultat d'aucun contrat. Cette œuvre a ainsi tous les caractères d'une œuvre patronale. Nous louons chaudement M. Boucicaut de l'avoir fondée, mais elle n'a aucun rapport avec la participation aux bénéfices.

M. Fillot ajoute qu'en dehors de la commission sur les ventes et de cette œuvre patronale, il y a encore une troisième forme de participation : c'est la constitution de la société même du Bon Marché, qui a consenti à s'adjoindre, comme intéressés, plusieurs employés supérieurs, acquéreurs et par conséquent propriétaires d'un certain nombre de parts, dont la valeur d'origine a été réglée à 50 000 francs; 170 de ces parts appartiennent aux employés qui profitent des bénéfices répartis annuellement à chacune d'elles. Oui certes, il y a là participation aux bénéfices de la maison, comme chacun de nous peut, dans les sociétés par actions, acquérir des actions de la société à laquelle il est attaché et toucher, quand la société réalise des bénéfices, les dividendes afférents à ces actions. La maison Boucicaut a consenti à introduire son personnel d'élite parmi ses intéressés. Mais est-ce là une participation dans les bénéfices qui soit en dehors du droit commun ? C'est fort bien dans tous les intérêts; seulement, nous le répétons, il n'y a là qu'un droit qui appartient à tous, quand une société divise son capital en parts ou en actions.

Je conclus de l'ensemble de cette déposition que l'importante maison du Bon Marché est parfaitement organisée, que la maison rémunère avec intelligence ses coopérateurs, qu'elle fait très bien de permettre à son personnel supérieur d'avoir des parts de son capital, mais elle ne pratique pas la participation aux bénéfices.

Je vais faire, aussi aisément, la même démonstration pour la Compagnie des chemins de fer d'Orléans. Je prends toujours mes témoignages dans l'enquête et d'après la déposition même de M. Sévène, alors directeur de la Compagnie.

Il explique d'abord qu'à l'origine, quand la Compagnie s'est constituée, il a été introduit dans ses statuts, sur l'initiative de M. Bartholoni, l'un de ses fondateurs, une disposition d'après laquelle il était attribué aux employés 15 % du bénéfice distribué. Cette disposition a été modifiée : le 15 % du bénéfice a été transformé en 15 % après une distribution de 33 francs par action, ce qui alors exigeait 20 millions. D'autres modifications se sont produites et, enfin, M. Sévène déclare qu'aujourd'hui la Compagnie accorde à son personnel *un demi-mois, en fin d'exercice, aux employés dont le traitement n'atteint pas 3 000 francs.* Elle complète en outre, jusqu'à 10 %, le versement à faire à la caisse des retraites pour la vieillesse. Ce versement est fait au nom de chaque employé et généralement constitue une rente à capital réservé. Je le demande au lecteur, est-ce là de la participation ? C'est une gratification comme il s'en fait beaucoup dans les maisons de commerce les plus ordinaires, et l'un des commissaires enquêteurs a pu dire à M. Sévène : La Compagnie d'Orléans fait à ses employés le versement d'une somme annuelle qu'elle fixe elle-même; chez vous la participation n'existe que de nom. Un autre a ajouté : L'ouvrier n'a pas d'intérêt à ce que la Compagnie fasse des bénéfices plus ou moins considérables. M. Sévène a répondu : Non. C'est parfaitement évident.

Je reviens à l'objection relative aux difficultés de pratiquer la participation dans la grande industrie et je dis : ces difficultés existent partout. Le mot participation est à la mode, on s'en sert au Bon Marché et à la Compagnie d'Orléans, on l'emploie également dans d'autres maisons où on ne la pratique pas (1). Je ne veux pas mé-

(1) *Enquête de la Commission extra-parlementaire sur les Associations ouvrières*, 2e partie, pages 39 à 53.

(1) L'examen du tableau dressé par la Société de participation me conduit à l'admettre dans la moitié des maisons citées; toutes les autres ont créé des œuvres patronales spéciales d'un intérêt marqué, mais ce n'est pas la participation.

Digitized by Google

connaître que la participation soit appliquée ; le fait est rare, mais il existe..., il ne faut pas cependant la montrer où elle n'est pas ; ce que je méconnais, c'est que cette application très rare et sans méthode, qui n'a jusqu'ici d'autres règles que le bon plaisir, puisse jamais servir de base à la réorganisation du salaire dans la grande industrie.

Voici la seconde objection présentée par les auteurs du projet. J'en transcris les termes : « Si le patron, qui a intéressé les ouvriers, traverse une période de stagnation des affaires, et s'il ne peut, au bout de l'année, distribuer des dividendes, l'ouvrier se croira lésé, et comment le patron fera-t-il pour le convaincre qu'il est sincère et loyal ? » On aurait pu dire plus simplement et d'une façon plus claire : Quand le patron fera des pertes, que dira l'ouvrier ?

Nos honorables députés répondent : que l'arbitre expert fera sa déclaration, que sa loyauté ne pourra être suspectée. Nous avons présenté, d'après des autorités incontestées, et d'après notre propre opinion, des réponses moins simples et plus graves. L'ouvrier qui verra, dans l'industrie qu'il pratique, des chefs de maison gagner et d'autres perdre, dira que ces derniers sont des incapables et peut-être plus, et ce fait de la participation aura pour résultat des différences considérables de salaire *pour des ouvriers de même mérite*, qui exaspéreront les ouvriers placés chez ceux qui devront avouer et prouver qu'ils perdent de l'argent ou du moins qu'ils n'en gagnent pas.

La troisième objection du projet est identique à la seconde. J'ai déjà donné les motifs qui la rendent très sérieuse. On ne peut compter que la sagesse prendra son parti des mécomptes fréquents que les inventaires apporteront aux intéressés.

Comment fixer la répartition ? Comment admettre le contrôle ? Comment ne pas redouter les désillusions ? Le projet se pose ces questions ; mais MM. Guillemet et ses collègues ne répondent nettement à aucune d'elles. Nous avons développé toutes ces difficultés, on en rencontre à chaque pas, et les chefs d'industrie très rares qui les ont résolues, avaient véritablement le feu sacré, la volonté absolue de réussir et tous les moyens assurés de le faire. Il y a chez les hommes pénétrés de la perfection d'un système, une force qui n'est pas commune, il y a la foi qui, dit-on, transporte les montagnes ; tout réussit dans leurs mains, parce que rien ne les rebute : leur honneur est attaché au succès ; les sentiments élevés les soutiennent, et je me permettrai d'ajouter que les sentiments humains, bien naturels, ne sont pas étrangers à leurs succès. Tout les y conduit, ils veulent que leur pensée, leur œuvre leur survive, ils entrevoient les dangers auxquels elle est exposée, ils cherchent à y opposer des forces. C'est ainsi que nous voyons prospérer quelques brillantes exceptions, qui font honneur à ceux qui les ont fondées. Mais peut-on exiger ces œuvres de tous les hommes ?

Nos députés se demandent : l'Etat peut-il imposer la participation aux grandes Compagnies de chemins de fer et à tous ses concessionnaires ?

Ils répondent affirmativement, sans hésiter, et, pour écarter l'objection irréfutable que des concessions peuvent être et sont souvent infructueuses, ils vont jusqu'à ce point extrême *d'assimiler la participation à l'impôt*. Il ne nous paraît pas que jamais l'impôt puisse entrer dans les divers modes de rémunération du travail ; mais on sent une véritable pression, dans la discussion des voies et moyens pour arriver à la participation et une volonté qui peut conduire à des mesures regrettables ; ainsi, on trouve des phrases comme celle-ci dans l'exposé des motifs du projet qui nous occupe :

« Si l'Etat obligeait à la participation, non seulement les futurs concessionnaires, mais encore les anciens, il ferait faire un grand pas à la question sociale et à l'apaisement dans les esprits. »

La participation ainsi imposée n'aurait pas ce résultat, nous l'avons dit déjà, *cette obligation serait un suicide ;* mais la participation, même la plus libre et la plus généreuse, ne pourrait l'obtenir, pour ces deux raisons : que souvent il n'y a rien à partager et que les bénéfices, quand ils existent, sont très variables et feraient des situations très diverses à de nombreux ouvriers d'un même mérite ; il y en a d'autres que déjà nous avons données. Il y a d'autres moyens aussi, fort heureusement, qui peuvent nous conduire à la paix des ateliers, nous les indiquerons. Mais revenons au projet de MM. Guillemet et de ses collègues, qui arrivent à cette question :

Comment l'Etat pourrait-il appliquer la participation aux bénéfices dans ses établissements ?

Cette fois, c'est dans le rapport de M. Ch. Robert, sur les travaux du Congrès de la participation, que nos honorables députés trouvent la réponse à cette question délicate. La réponse est loin d'être précise.

S'il s'agit de monopoles, tels que les tabacs, les poudres, les salpêtres ou les allumettes, l'Etat, dit le projet, pourrait, comme en Portugal, attribuer au personnel *un quantum pour cent quelconque* ; pour les forêts, *sur le produit des ventes ;* quant aux industries exercées par l'Etat dans un intérêt national, les arsenaux militaires et maritimes, les tapis des Gobelins, de Beauvais, la manufacture de Sèvres, on pourrait établir des *inventaires fictifs*, qui détermineraient des bénéfices nets, sur lesquels les ouvriers et employés obtiendraient un quantum.

Quand un homme, si supérieur qu'il soit, est dominé par une idée fixe, quand il est convaincu que cette idée est le salut, quand il a la bonne ou la mauvaise fortune de convaincre de hautes influences, il n'y a plus pour lui aucun obstacle ; les moyens d'arriver, quels qu'ils soient, sont toujours bons ; il ne voit que le but, ce but lui suffit. Ici, nous ne pouvons nous y tromper, c'est l'impôt. On donnera un quantum sur le produit des monopoles, un quantum sur les inventaires fictifs ! mais, obtiendra-t-on ainsi plus de travail actif, plus de dévouement, plus de zèle, plus d'efforts pour réduire le prix de revient du tabac, d'un canon, d'un tapis, d'un vase de Sèvres ? L'Etat ne rémunère-t-il pas comme il le doit ses ouvriers et ses artistes ? Ce quantum *quelconque*, quel rapport a-t-il avec la participation des ouvriers aux bénéfices, qui doit avoir, qui peut avoir et qui a, dans certains cas exceptionnels, je me plais à le reconnaître, d'excellents effets dans l'industrie, là où l'harmonie existe, où l'union est solide ? Mais il faut bien dire que ce *quantum* ne peut être qu'une gratification. L'Etat doit la donner si elle est méritée, mais l'Etat ne fait aucun bénéfice dans ses usines, il est même de notoriété que l'Etat produit sensiblement plus chèrement que les industries privées, qui sont pressées par toutes les raisons, pour réduire leur prix de revient. L'Etat gagne par les monopoles, comme il gagne par l'impôt ; le monopole est un impôt, il n'y a là aucun bénéfice. Nous ne comprenons pas ce projet de la participation des ouvriers aux bénéfices que peuvent produire à l'Etat ses monopoles et ses manufactures ; mais, d'un autre côté, nous n'admettons pas davantage que l'Etat ne rémunère pas convenablement son personnel.

Nous avons vu plus haut que les auteurs se demandaient si l'Etat ne pouvait pas imposer la participation aux Compagnies des chemins de fer, et aussi que le projet voulait l'imposer aux industries pratiquées par l'Etat. Mais nous avons un réseau de chemin de fer qui est exploité par l'Etat. Ce réseau, pour des raisons qui ne sont pas à examiner ici, fait-il des bénéfices ? Tout le monde sait qu'il ne produit pas 1 % d'intérêt au capital engagé dans la construction. Quel moyen trouveront les auteurs du projet pour intéresser les ouvriers attachés à ce chemin de fer, aux bénéfices qui n'existent pas ? Cet exemple me paraît un argument irréfutable, et si jamais la participation était imposée, on voit également, par cet exemple, les variations de salaire qui en seraient la conséquence pour des ouvriers de mérite identique : ceux de la Compagnie du Nord, qui est la plus prospère, recevraient des sommes importantes ; ceux du réseau de l'Etat, absolument rien.

Dans cet ordre d'idées, comme d'après les faits, il nous paraît difficile de discuter le chapitre de la proposition qui a pour titre : *Règlement de la participation individuelle*. Nous ne comprenons pas la participation dans les industries de l'Etat ; si l'Etat juge que son personnel mérite des primes ou des gratifications, il doit les donner. Il peut alors établir les conditions auxquelles il les donnera, la durée du service, le taux qu'il peut fixer annuellement, le compte spécial, les conditions de la liquidation du compte. Qu'il applique dans ce but le règlement qu'il jugera le plus juste, le plus libéral, nous y applaudirons ; mais, il ne saurait y avoir là participation aux bénéfices. Cette participation, si difficile dans l'industrie, ne sera jamais applicable aux monopoles, ni aux établissements industriels que l'Etat peut avoir dans ses mains.

Enfin, avant d'arriver à la proposition de loi, le projet examine encore la question de savoir quel doit être le rôle de l'Etat dans la question sociale ?

Cette fois, la parole est à M. Chollet (1). Nous ne pouvons le citer textuellement ; nous voyons qu'il déplore la théorie un peu barbare, dit-il, de la concurrence vitale. Il est, en effet, impossible de méconnaître que la concurrence est excessive et, bien certainement, cette concurrence sans limite agit sur le salaire ; mais, l'ancien chancelier de fer de l'Allemagne, qui nous attaque indignement quand il s'écrie « qu'en France, l'ouvrier a le droit de mourir de faim et que l'Etat n'a pas le droit de lui venir en aide, » peut-il, malgré tout le pouvoir, presque absolu, qu'il a tenu longtemps dans les mains, établir une règle contre la concurrence ? J'ai trouvé, en 1887, la houille pour coke en Westphalie, au prix incroyable de 19 marks (23 fr. 75) les 10 tonnes, sur le carreau de la mine. Quel était à ce prix le taux du salaire ?

Nous devons reconnaître que la concurrence excessive, qui règne presque partout dans les pays libres, a des conséquences fort dures pour de nombreux intérêts et en particulier pour les intérêts des ouvriers dont le salaire est, dans une certaine mesure, lié aux prix de vente. Nous traiterons cette question, en parlant prochainement du salaire, et à ce sujet nous dirons ce qui se pratique dans quelques pays étrangers, et notamment en Suisse et en Amérique ; mais, en fait, il n'y a pas de loi contre la concurrence, il ne peut y en avoir. Les auteurs de la loi qui nous occupe n'ont certainement pas l'intention de supprimer les adjudications publiques, et ce système provoque des concurrences. Ils demandent qu'on favorise l'établissement des Sociétés coopératives, rien ne s'y oppose ; mais c'est encore un moyen de concurrence. Ils indiquent, en outre, que l'Etat devrait alléger les impôts ; nous nous associons de grand cœur à ce vœu et aussi au développement des sociétés coopératives de consommation. L'industrie a donné à cet égard les exemples les plus remarquables : en 1867, les Compagnies de Saint-Gobain, de Châtillon et Commentry, d'Anzin, etc., etc., ont créé des sociétés de ce genre, qui toutes ont donné des résultats merveilleux et qui, cependant, ont été souvent le motif ou le prétexte de grèves qui ont désolé notre pays. Il convient de rechercher pour l'ouvrier l'économie de la vie ; mais la loi ne peut intervenir pour régler le prix des matières, la concurrence ne peut être limitée. Le rôle de l'Etat peut se résumer en ces mots : il doit réprimer les abus et écarter les dangers ; jamais il ne doit songer à créer un organisme automatique qui se substitue au libre arbitre, aux libres conventions, aux efforts volontaires (2).

Et maintenant, nous avons jugé le projet de loi qui va être soumis à la Chambre des Députés, à moins qu'il n'ait le triste sort de ses devanciers, et vraiment c'est ce qui serait pour lui le plus heureux ;

(1) Coup d'œil sur la crise sociale, par A. Chollet, conseiller général de la Seine.
(2) P. Leroy-Beaulieu, *Economiste Français* du 3 octobre 1891.

Digitized by Google

Digitized by Google

LES HAUTES MA

Fig 3. Premier étage

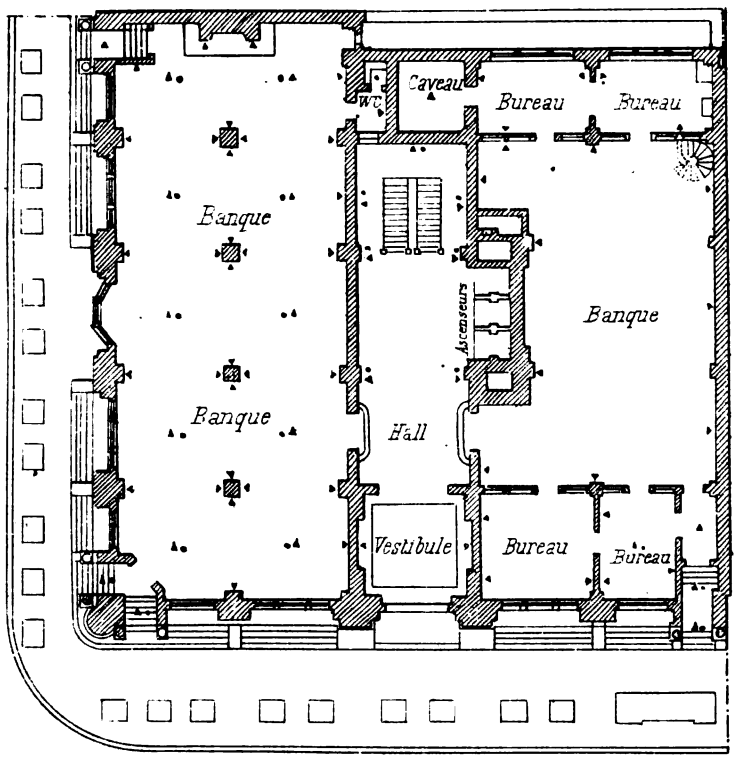


Fig 1 Coupe verticale

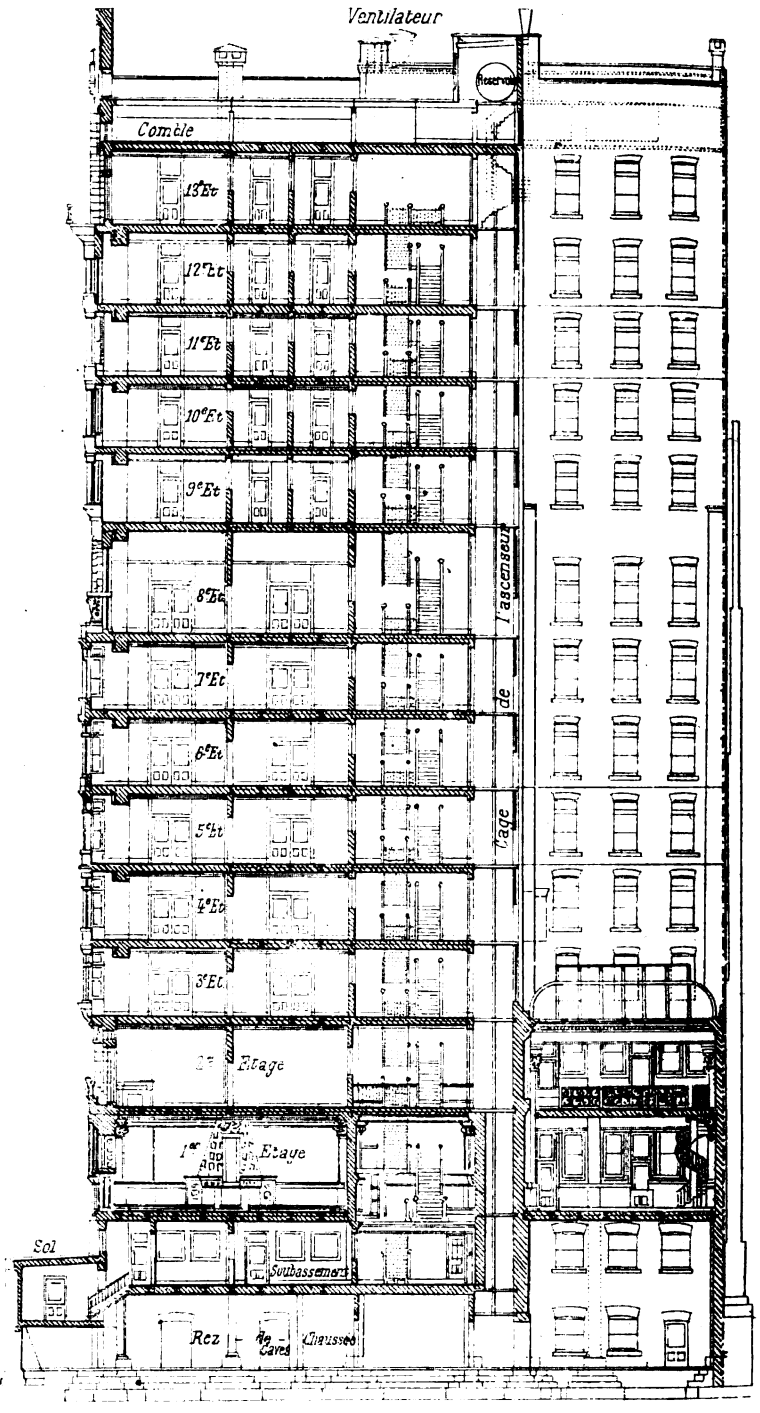
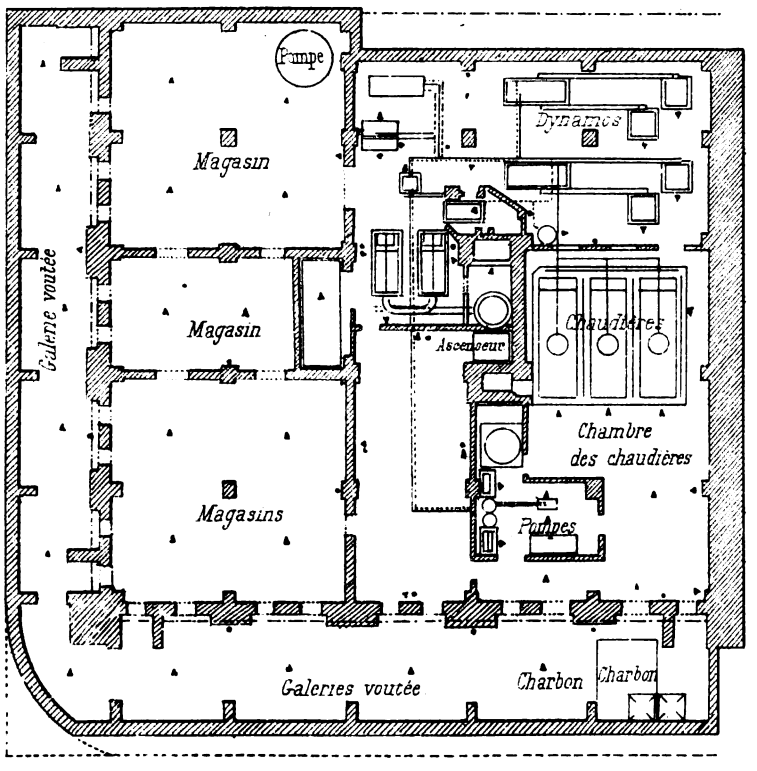
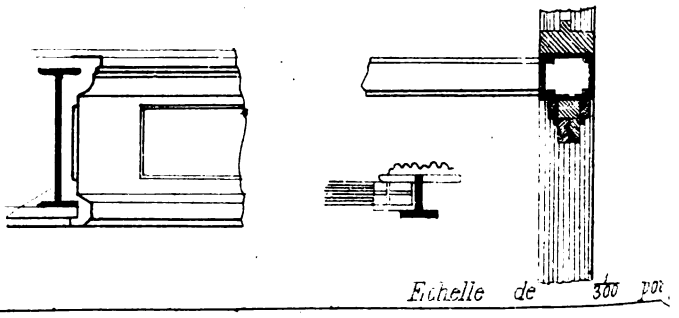


Fig 4. Etage des Machines (sous-sol)



Détails



Echelle de 1/300 pour

Digitized by Google

ISONS AMERICAINES.

Fig 2. Coupe transversale

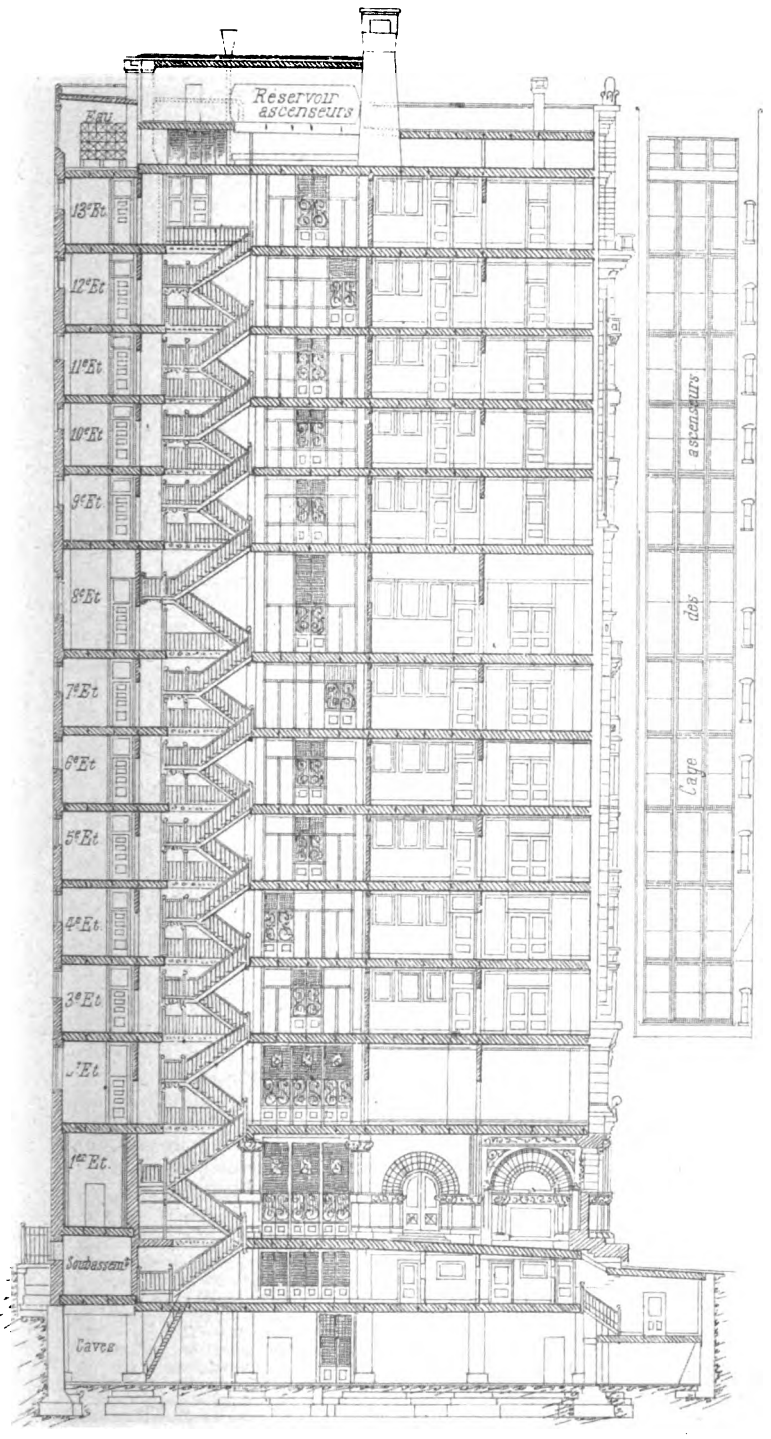


Fig 5 Rez de Chaussée

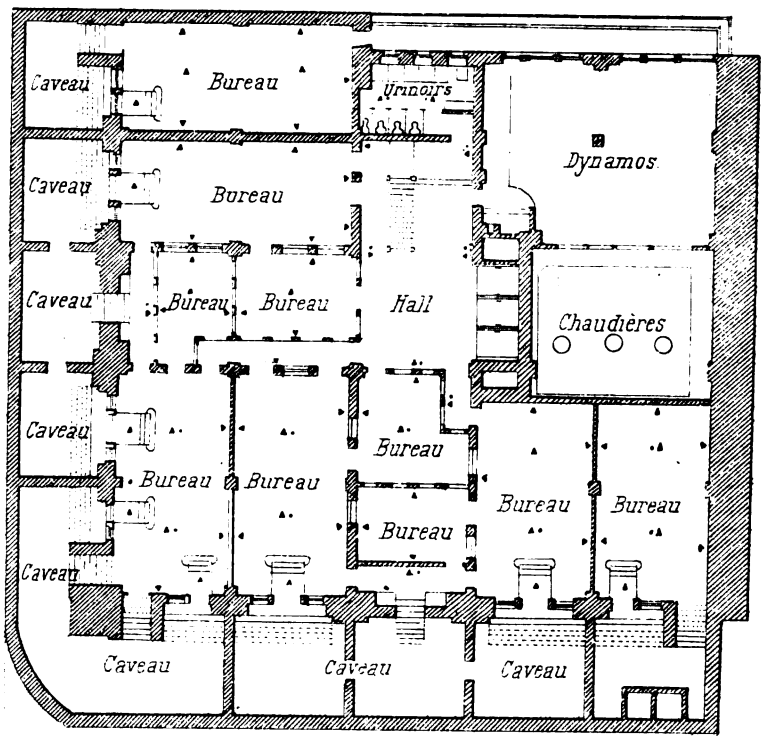
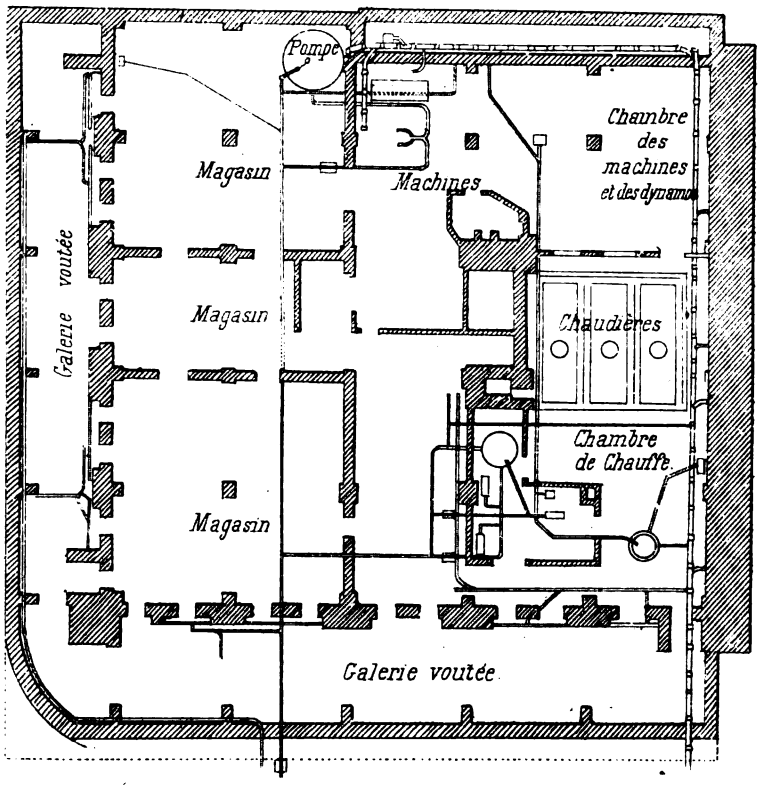
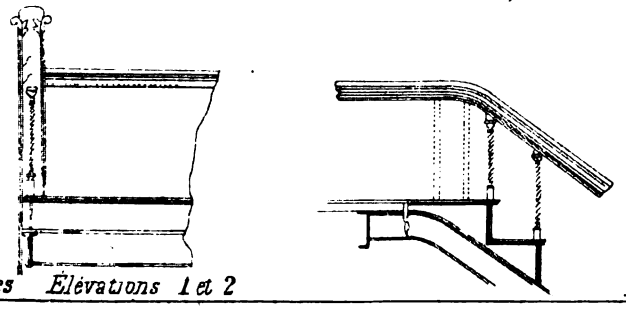


Fig 6. Etage des égouts et de la tuyauterie (sous-sol)



l'Escaliers.



Pr les Élévations 1 et 2

Imp. G. Derval et Braun, 58, rue Rochechouart. Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

toutefois, nous en donnons le texte (1). Il établit nettement l'obligation d'appliquer la participation par tout concessionnaire de l'Etat, des départements et des communes ; les conditions de cette participation seront déterminées, soit en charge des concessionnaires, soit au profit des participants; les inventaires des concessionnaires seront contrôlés. L'Etat organisera lui-même la participation au profit des ouvriers et employés de ses chemins de fer et de ses manufactures; il établira des inventaires conventionnels qui seront eux-mêmes contrôlés.

Nous résumons nos critiques sur ce projet en en formulant la double conséquence :

1° Que toutes les concessions de l'Etat produiront des bénéfices ;

2° Que l'impôt distribuera des dividendes à toutes les exploitations de l'Etat.

C'est le bénéfice obligatoire et sa répartition par l'impôt. Jamais, les promoteurs de ce système, n'ont imaginé de semblables prétentions. Le socialisme d'Etat nous menace de prendre sa place en maître dans notre pays.

Peut-être, après les objections exposées dans notre second chapitre, la consultation présentée dans le troisième et l'examen de la proposition de loi de MM. Guillemet et ses collègues, pourrions-nous nous arrêter et conclure. Nous le ferions volontiers si, après ce qui précède, la conclusion ne devait être empreinte d'une certaine tristesse. Nous ne sommes pas de ceux qui s'abandonnent et perdent facilement confiance. Le salaire, tel qu'il est organisé, est attaqué injustement; nous voulons le défendre et montrer qu'il est clair, net, souple, simple, pratique et facile. Il est juste, dès qu'il résulte d'un accord volontaire; mais on peut le combiner de telle façon que chaque ouvrier soit pour ainsi dire intéressé à son travail, à la besogne qu'il connaît et pratique. Il ne nous déplaît pas de chercher à en faire la démonstration. Nous ne sommes pas ennemi du progrès, encore moins de la liberté; mais tout ce qui est nouveau n'est pas toujours progrès et peut quelquefois compromettre la liberté. C'est là notre sentiment pour la participation et, en dehors de l'exception, sa pratique générale nous paraît présenter de graves dangers. Il est donc indispensable de voir ce que l'on peut faire, ce que l'on fait, avec les armes plus connues que nous avons sous la main. C'est ce que nous allons tenter.

(A suivre.) A. GIBON.

CHEMINS DE FER

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE CHEMINS DE FER

(Suite et fin[2].)

Conclusions. — La statistique des accidents de chemins de fer nous a appris un certain nombre de faits, dont on ne saurait nier l'importance au point de vue des conclusions à tirer sur les causes mêmes de ces accidents, et, par conséquent, sur les remèdes susceptibles de leur être apportés.

Examinons d'abord les causes et les circonstances ordinaires des accidents.

Nous avons vu :

Que les accidents les plus funestes sont les collisions, et non les déraillements;

Que ces accidents arrivent le plus souvent le dimanche et le lundi;

Qu'ils se sont produits d'une manière de plus en plus fréquente depuis le mois de juin jusqu'à fin d'août et au commencement de septembre, c'est-à-dire qu'ils ont commencé à être plus fréquents au lendemain pour ainsi dire de la grève des ouvriers de chemins de fer, et au moment où les esprits étaient surexcités et quelque peu démoralisés, pour diminuer à l'époque où les chaleurs ont diminué. Peut-être doit-on voir là autre chose qu'une coïncidence;

Que beaucoup d'accidents se sont produits, surtout les collisions, dans de grandes gares;

Que beaucoup ont été causés par de faux aiguillages ;

Qu'un certain nombre ont eu pour cause le choc brusque d'un train contre le heurtoir, par suite d'une vitesse acquise trop grande de ce train à son arrivée en gare;

Que certaines Compagnies de chemins de fer ont eu plus d'accidents que d'autres, toutes proportions gardées, et que ces accidents se sont produits en grande partie dans les mêmes régions, voire quelquefois dans les mêmes gares, à de très faibles intervalles.

Ces différentes constatations paraissant solidement établies par les statistiques, il convient maintenant d'examiner s'il est possible de prévenir certains des accidents. Assurément l'on ne peut songer à les prévenir tous, car quelques-uns semblent avoir été amenés par d'irrémédiables fatalités, même si l'on met complètement à part les éboulements de rochers et autres causes du même genre.

Mais pour examiner d'une façon utile les améliorations qu'il y aurait lieu de faire dans le service des trains pour éviter les accidents, nous sommes amené à rechercher quelles sont les véritables conditions du travail des agents de chemins de fer, auxquels incombe surtout la responsabilité immédiate des accidents.

Pour commencer par les chefs de gare et sous-chefs de gare qui ne doivent donner le signal du départ qu'après s'être assurés que la voie est libre, il faut reconnaître que ces agents déploient un zèle digne d'éloges, et que les accidents dus à leur négligence se produisent peu souvent. Les instants d'affolement ou d'oubli, combinés avec la fatigue corporelle ou intellectuelle qu'ils éprouvent quelquefois à des moments de presse, sont chose rare; néanmoins il serait bon que les Compagnies examinassent de très près la question de savoir si le personnel supérieur des gares est en nombre suffisant pour parer, à certains moments, à toutes les exigences du service.

A ce sujet, signalons une observation formulée par l'honorable M. Maruéjouls, dans son rapport sur la proposition de loi relative à la sécurité des voyageurs (1). Si les chefs de gare et sous-chefs de gare sont rendus responsables, ce qui est naturel, des retards provenant de la lenteur des chargements et des déchargements en gare, ces fonctionnaires ne sauraient supporter seuls cette responsabilité, lorsqu'il est établi que le personnel mis à leur disposition est insuffisant.

Tout le monde, en effet, sait que ces retards dans le chargement ou déchargement, dans la distribution des voyageurs à l'intérieur des wagons, sont la cause la plus fréquente des collisions, et que ces retards sont dus en grande partie à l'insuffisance du personnel. Dans les nombreuses dépositions entendues par la Commission parlementaire, une plainte revient sans cesse,celle qui a trait à la diminution excessive qu'aurait subie le personnel de l'exploitation depuis quelques années. Cette diminution aurait porté principalement sur les agents des grandes lignes qui. réduits au nombre actuel, ne sauraient suffire aux nécessités du service ; de plus, au dire du syndicat des employés, la répartition des agents entre les différentes gares serait défectueuse. Nous croyons que le nombre des agents est suffisant pendant la semaine, mais absolument insuffisant le dimanche, dans les grandes gares tout au moins ; les faits sont là pour le prouver. Une autre cause vient s'ajouter à celle-là, pour amener les collisions, et nous y reviendrons tout à l'heure : c'est l'insuffisance des gares, qui ne répondent plus aux besoins actuels du trafic.

Ce qu'il importe de savoir également, c'est si le personnel inférieur, qui a le maniement des machines et des appareils, qui a réellement entre ses mains la vie des voyageurs, est suffisant, et s'il n'est pas trop chargé.

A entendre les Compagnies, les conditions du travail sont les suivantes :

Agents des trains. — Par journée de 24 heures, la durée moyenne du travail des agents des trains (chefs de trains et garde-freins) est, y compris le temps de présence nécessaire pour la reconnaissance avant l'arrivée et après le départ des trains, de 9 à 11 heures dans la plupart des lignes, de 9 à 12 heures pour les services de trains de banlieue. Dans les services de petits embranchements, généralement peu chargés, la durée du travail, ou plutôt de présence, est un peu prolongée, car ces trains faisant habituellement la navette, il existe entre l'arrivée de chacun d'eux à une extrémité de la ligne et son départ en sens inverse, des intervalles de stationnement quelquefois plus longs que le trajet lui-même.

Dans ces conditions, l'on ne pourrait accuser les Compagnies de surmener leur personnel des trains, qui, en définitive, ont un service relativement doux, en comparaison de celui des chauffeurs et mécaniciens. Il est certain, d'un autre côté, et cette remarque s'applique à toutes les catégories d'agents, que les besoins du service exigent parfois que la moyenne normale des heures de travail soit dépassée. En cas de retard dans la marche du train, par exemple, le personnel en question ne pourrait quitter son poste, avant l'arrivée à destination. Les agents ne sauraient exiger cette faculté, et les Compagnies ne sauraient pas plus l'admettre. Dans quelle industrie des faits analogues ne se produisent-ils pas?

Aiguilleurs. — La manœuvre des aiguilles est confiée, partie à des aiguilleurs proprement dits, exclusivement affectés à ce genre de travail, partie à des agents qui n'y sont occupés que d'une manière intermittente. La durée de leur travail, on pourrait dire quelquefois de leur présence, ne dépasse pas 12 heures consécutives, sauf, bien entendu, dans des cas exceptionnels. Sur certains points, où le service des aiguilles est de 24 heures, des équipes d'aiguilleurs se re-

---

(1) PROPOSITION DE LOI

ARTICLE PREMIER. — A partir de la promulgation de la présente loi, tout concessionnaire de l'Etat, des départements ou des communes, pour des travaux ou exploitations *d'une durée de plus de cinq années*, devra accorder la participation aux bénéfices aux ouvriers et employés de sa concession, dans les conditions déterminées par le cahier des charges.

ART. 2. — Pour toute concession accordée par l'Etat, les départements ou les communes, le cahier des charges devra stipuler la clause de *participation et en déterminer les conditions*. Celles-ci devront tenir compte du nombre *d'années de présence, du zèle, de l'assiduité au travail et de la production.*

La participation sera toujours acquise à l'ayant-droit, sans aucune déchéance au profit du concessionnaire. La portion du produit de la participation à employer dans un but de prévoyance le sera sous la forme d'un livret individuel de la caisse de retraites de la vieillesse, d'un livret individuel d'épargne capitalisée à intérêts composés ou d'une assurance mixte payable à un âge déterminé ou immédiatement à la famille en cas de décès.

ART. 3. — Les inventaires des exploitants ou entrepreneurs, ainsi que les états de répartition, devront être contrôlés par un arbitre-expert désigné par le président du tribunal de commerce du lieu de domicile de la partie qui aura concédé.

ART. 4. — A partir du 1er janvier de l'année qui suivra la promulgation de la présente loi, l'Etat organisera la participation aux bénéfices dans toutes les usines, manufactures et exploitations qu'il gère lui-même et dont il met en vente les produits. Tout employé ou ouvrier ayant plus de trois années de présence sera de droit membre participant. Les inventaires seront contrôlés par un arbitre-expert désigné par le président du tribunal de commerce du lieu où siège le conseil d'administration de chaque établissement ou exploitation.

ART. 5. — Dans les usines, manufactures, exploitations que l'Etat gère lui-même sans en mettre en vente les produits, telles que les arsenaux, manufactures de Sèvres, de Beauvais, des Gobelins, etc., les employés et ouvriers seront intéressés à la production. L'Etat fera établir des inventaires conventionnels par voie d'équivalence et comparaison avec les produits similaires de l'industrie privée. Cet inventaire sera également contrôlé par un arbitre-expert désigné par le président du tribunal de commerce.

ART. 6. — Un règlement déterminera pour chaque établissement ou exploitation les conditions et l'emploi de la participation en tenant compte (pour en imputer la dépense, jusqu'à due concurrence, sur les produits de cette participation) des institutions de retraite ou autres qui auraient déjà été créées sur frais généraux au profit du personnel.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 43; n° 4, p. 54; n° 6, p. 99.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 4, p. 53.

Digitized by Google

laient de 12 en 12 heures, de façon à donner chaque semaine un repos de 24 heures à chaque homme. Dans les gares où il existe des postes Saxby munis d'un grand nombre de leviers d'aiguilles, les agents ne font que 8 heures de service, car la manœuvre exige une plus grande dépense de force.

Hommes d'équipe. — Les hommes d'équipe doivent fournir en moyenne 12 heures de travail, sauf dans les moments de presse, où des heures supplémentaires leur sont comptées.

Mécaniciens et chauffeurs. — Au point de vue des accidents de chemins de fer, le rôle le plus important incombe aux agents chargés de la conduite de la machine. Le tableau de service ou roulement des mécaniciens et chauffeurs est théoriquement arrêté en tenant compte des observations librement présentées par les agents eux-mêmes, de la façon suivante, en général :

Pour les trains express	De 4 à 6 heures par 24 heures.
Pour les trains ordinaires de voyageurs.	De 5 à 7 ou 8 heures par 24 heures.
Pour les trains de banlieue	De 7 à 9 heures par 24 heures.
Pour les trains de marchandises. . . .	De 7 à 12 heures par 24 heures.
Pour les trains de manœuvres de gare. .	De 10 heures environ.

Mais, en dehors du service de marche, les mécaniciens et chauffeurs peuvent être employés en réserve ou rester disponibles pour les services de trains facultatifs de marchandises. Ils doivent être présents au dépôt, et peuvent être utilisés à des manœuvres de formation de trains, ou se tenir à proximité prêts à partir à toute réquisition.

Chaque mois, les mécaniciens et chauffeurs ont la jouissance de trois congés ou repos de vingt-quatre heures au moins. Ils ne travaillent pas toutes les nuits, leur travail de jour alternant avec leur travail de nuit.

Il est à remarquer, à la louange de ces intéressants agents, qu'ils ne se sont nullement mis en grève, lors de la crise subie par les Compagnies, au mois de juillet dernier, et qu'ils ont formulé peu de plaintes, les meilleurs d'entre eux se trouvant contents de leur sort et ne demandant qu'à travailler le plus possible, à cause de la prime kilométrique qui augmente leur salaire dans une notable proportion. Du reste, peu d'accidents arrivent par la faute des mécaniciens.

Garde-barrières, stationnaires sémaphoriques, aiguilleurs en pleine voie. — Les postes de garde-barrières, les stations sémaphoriques sont ordinairement pourvus de deux titulaires, quelquefois de trois, qui se relaient de douze en douze heures ou de huit en huit heures, suivant l'activité de la circulation des trains. Ces agents sont le plus souvent logés, et ne se sont, à notre connaissance, jamais plaints de surmenage.

Chefs d'équipe et poseurs. — Les ouvriers poseurs, chargés de l'entretien et de la surveillance de la voie, sous la direction de chefs d'équipe, travaillent en moyenne dix heures par jour, mais cette durée varie suivant la saison. Ils chôment les dimanches et jours fériés, ce qui pourrait sembler blâmable, puisque les accidents se trouvent être plus fréquents ces jours-là, mais ils doivent toujours se tenir prêts à toute réquisition, pour les cas exceptionnels, comme éboulement, neiges, accidents. Beaucoup d'accidents ont été évités par leur vigilance, ce qui prouve que quelques-uns auraient pu être évités encore. Il serait désirable que cette catégorie d'agents fût plus nombreuse et que tout au moins la voie fût surveillée, au moins une fois par jour, dans toute son étendue. D'après le texte des ordonnances de 1845 et de 1846, les hommes chargés de surveiller l'état du rail doivent être espacés sur la ligne par sections suffisamment rapprochées pour leur permettre de communiquer entre eux; or, plusieurs mécaniciens ont assuré qu'ils ont accompli, cette année, sur divers points, des parcours excédant 20 et 30 kilomètres sans rencontrer un seul garde-ligne. Ceci arrive surtout dans les trajets de montagne, là où la voie est établie entre tranchées. Qu'un éboulement de roches vienne à se produire, ou simplement un bœuf vienne à s'interposer, comme cela s'est vu plusieurs fois, notamment sur la ligne du Midi, et voilà une catastrophe arrivée.

Comme on l'a vu par nos précédentes statistiques, les causes des accidents de chemins de fer sont très variables, et pour obvier à ces causes, il convient de rechercher des remèdes multiples, tant est complexe l'ensemble de circonstances qui les accompagnent ou les déterminent. Nous venons de voir quelles sont les conditions de durée du travail des employés; de leur aveu unanime, de la déclaration des Compagnies, la sécurité des voyageurs dépend, dans l'état actuel des choses, de trois conditions primordiales :

1° Un bon règlement; 2° des appareils bien combinés ; 3° la discipline absolue des employés.

Les règlements sont reconnus excellents, les appareils sont réputés irréprochables, — sauf que l'on peut citer une des plus grandes gares de France qui a été privée, pendant une pleine journée, de tous ses signaux savamment combinés, au plus beau moment de la circulation de l'Exposition, les apppareils ne fonctionnant pas, — et la discipline des employés est satisfaisante en général, si l'on fait abstraction du moment d'effervescence de juillet dernier. Il y a eu certainement une relation de cause à effet, entre le nombre des accidents et le mouvement gréviste, le personnel étant surexcité par des préoccupations socialistes.

Mais, en dehors de ces conditions essentielles au bon fonctionnement de l'exploitation, il existe un certain nombre de faits révélés par l'enquête, qui ne sont pas sans influence sur les chances d'accidents; nous allons les énumérer rapidement :

Le syndicat a signalé que les Compagnies font monter sur les machines des nettoyeurs pour remplir les fonctions de chauffeurs, et que ces hommes étant inexpérimentés, toute la besogne retombe sur le mécanicien, lequel ne peut suffire à un double travail. Cette accusation serait grave si elle était vraie, et les Compagnies ont déclaré que les nettoyeurs bien notés montent il est vrai, sur les machines, après un an de stage et dans les mêmes conditions que les ajusteurs et monteurs, mais en troisième, et dans le but d'obtenir un certificat, sans lequel ils ne peuvent être admis comme chauffeurs. Ce certificat leur est donné par les mécaniciens sous lesquels ils ont servi, et constatent qu'ils savent arrêter un train, serrer les freins et connaissent les règlements des chauffeurs.

Il faut bien admettre des débutants, là comme dans toutes les carrières. La même observation peut s'appliquer à la critique faite par le syndicat, à savoir que des chauffeurs peuvent être appelés aux fonctions de mécanicien. Cela est bien naturel, puisque les mécaniciens se recrutent parmi les chauffeurs; mais il est bon que l'on sache dans quelles conditions les chauffeurs peuvent être admis comme mécaniciens : pour devenir mécaniciens, les chauffeurs doivent avoir exercé cinq ans dans la première classe, s'ils ont été nettoyeurs, et subir un examen général, à la suite duquel ils reçoivent un certificat ; il font alors un stage pendant lequel ils sont chargés de la conduite des trains de marchandises, et ce n'est qu'après avoir accompli cette tâche d'une façon irréprochable, qu'ils sont admis à remplacer les mécaniciens de trains à voyageurs. Les plus anciens, les plus vigoureux et les mieux notés des mécaniciens sont admis à conduire les trains de vitesse.

Pour ce qui est de la discipline, les discussions, invectives entre mécaniciens et chauffeurs sont très sérieusement punies, et le mécanicien est souverain sur la machine, dont il a la responsabilité. Un mécanicien peut refuser tel ou tel chauffeur qui n'a pas sa confiance, et nul ne saurait l'en blâmer.

Il est néanmoins désirable que chaque chauffeur connaisse, aussi bien que son mécanicien, les signaux de la voie qu'il est appelé à parcourir, et puisse être à même de remplacer le mécanicien dans le cas où ce dernier se trouverait dans l'impossibilité de continuer le voyage commencé, pour une cause ou pour une autre.

Les Compagnies ont dit que la sécurité des voyageurs dépend aussi du fonctionnement d'appareils bien combinés. C'est absolument vrai, mais les Compagnies nous permettront bien, à nous qui n'avons guère de connaissances techniques, de dire que les appareils compliqués et savamment combinés peuvent être la cause de graves accidents. En effet, la matière est inconsciente, et l'on ne pourra jamais dire qu'un appareil automatique ne se trompera pas, ou fonctionnera toujours régulièrement.

Nous avons plus confiance dans l'œil et le bras d'un homme, quelque fatigables qu'ils puissent être, que dans un de ces appareils ; il est vrai qu'il y a là aussi une grave question d'économie et de distribution du travail.

Mais un fait sur lequel nous insistons, c'est que l'appareil savant, aussi parfait qu'il soit, et même précisément à cause de sa perfection, a le grand inconvénient de gagner la confiance de l'agent chargé de son fonctionnement ou de son contrôle, d'endormir sa surveillance, et de dégager en quelque sorte sa responsabilité ; or, la vigilance est en raison directe de la responsabilité individuelle.

On a parlé, et nous avons émis notre opinion sur ce point à différentes reprises, du surmenage. Le syndicat s'est appuyé sur cette affirmation pour attaquer les Compagnies, et indiquer le surmenage des agents comme une des principales causes des accidents ; d'autre part, les Compagnies se défendent d'employer leurs agents plus de temps que ne permettent les règlements. Notre avis impartial est que, dans beaucoup de circonstances, les Compagnies ne peuvent pas faire autrement que d'imposer à leurs agents plus de dix, douze, et même quelquefois quatorze heures de travail, mais ce sont là des circonstances exceptionnelles : il est vrai que les accidents se produisent précisément dans ces circonstances exceptionnelles. On ne saurait nier le surmenage, lorsqu'on étudie de près la succession des accidents survenus les dimanches soirs dans la gare du Nord, pour ne citer que cet exemple, pendant cet été. S'il est admis que le nombre des employés suffit pour assurer le service en temps ordinaire, on est forcé de conclure que ce même personnel est insuffisant pour assurer le service dans les moments de presse. Nous ne nous lancerons pas dans l'analyse complète, et si intéressante, de la polémique engagée à ce sujet entre les Compagnies et le syndicat, nous nous bornerons à faire cette simple constatation : les Compagnies ont parlé de la durée *moyenne* des heures de travail, et certainement elle est satisfaisante ; les syndicats ont parlé du *maximum* de ces heures, exigé dans les circonstances exceptionnelles. Un ouvrier, dans une industrie quelconque, peut avoir par jour une moyenne de six heures de travail, et quelquefois rester dix-huit heures de suite à son atelier. L'on ne saurait en vouloir aux Compagnies d'utiliser leur personnel, lorsqu'elles ne peuvent faire autrement, ni aux ouvriers de se plaindre.

Aussi notre conclusion sera-t-elle que, dans certains cas, le personnel était insuffisant.

C'est au service du contrôle, service rendu absolument indépendant, qu'il appartient de remédier à cet état de choses. La proposition de loi insérée à la suite du rapport de M. Maruéjouls [1], et due à MM. Mège et Pourquery de Boisserin, tend à créer un service de contrôle sur de nouvelles bases; les dispositions qu'elle contient paraissent de nature à assurer un fonctionnement satisfaisant des règlements, des appareils et du personnel. Les contrôleurs de la sûreté devraient être par-dessus tout indépendants, et être au courant de tous les détails techniques de la traction, de l'exploitation et de la voie.

Depuis cette proposition de loi, sur laquelle nous n'insisterons pas

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 4, p. 53.

Digitized by Google

ici, un amendement de ses auteurs a été distribué aux députés : il consiste à frapper d'une amende le chef de service qui ne laissera pas à un agent le repos réglementaire, et à enjoindre aux Compagnies d'avoir un personnel suffisant pour éviter désormais les retards dans les départs des trains.

En outre, une nouvelle proposition de loi, présentée par M. Guillemet, tend à réorganiser le service du contrôle, et à le transporter au Ministère du Commerce. Cette proposition mérite un examen particulier qui trouvera place dans le *Génie Civil* (1), mais son analyse nous entraînerait trop loin, et nous ne voulons pas étendre outre mesure la présente étude, qui doit surtout conserver un intérêt statistique.

On voit par là que les Pouvoirs publics et le Parlement, émus du nombre insolite de catastrophes de chemins de fer, s'efforcent de le réduire désormais et proposent une série de mesures propres à rassurer à l'avenir le public.

A ces mesures, nous prenons la liberté d'en ajouter de nouvelles, qui, toutes subversives qu'elles puissent paraître, résultent de l'impartiale analyse des faits :

Il faut :

1° Chercher à éviter les collisions, avant tout, et pour ce, augmenter le nombre des agents de certaines gares, le personnel étant reconnu insuffisant pour les besoins du service, à certaines époques, dans ces gares ;

2° Espacer les voies dans les gares où la circulation est active, et multiplier les voies. Il est certain que dans une gare, comme celle du Nord, par exemple, ou Saint-Lazare, où les quais, à certains moments de la journée ou de la nuit, voient se succéder sans interruption les trains, les collisions ne peuvent qu'être fréquentes lorsque les exigences du trafic créent le moindre encombrement ;

3° Donner à chaque gare des voies rectilignes autant que possible, car lorsque les voies sont sinueuses et se courbent dans plusieurs sens, le mécanicien, à l'arrivée en gare, ne se rend pas compte de la voie sur laquelle il est aiguillé et ne peut voir à une distance suffisante s'il va heurter un autre train garé. On a souvent remarqué, la nuit principalement, que le mécanicien le plus habile, le plus habitué à sa voie, n'est pas capable de discerner s'il se trouve sur la bonne voie ou s'il en suit une mauvaise et il ne lui est guère permis de s'arrêter, car d'autres trains arrivent derrière lui. Le fait s'est produit souvent, à la gare du Nord, notamment ;

4° Elargir certaines grandes gares.

Nous touchons ici à un point délicat. Il est certain que beaucoup de gares, même parmi les plus récentes, ne répondent plus aux besoins croissants du mouvement des marchandises et des voyageurs. Elles sont visiblement trop étroites, et une de leurs lignes doit desservir plusieurs directions différentes, ce qui complique singulièrement la manœuvre. En faisant une économie d'espace, l'on multiplie les plaques, les aiguilles, et l'on arrive, à certains moments, à un encombrement dangereux pour la sécurité des voyageurs et des agents. Combien chaque Compagnie paie-t-elle, bon an mal an, en indemnités, dommages-intérêts, pensions viagères ou secours, en vue de réparer les accidents que les tribunaux mettent à sa charge ou qu'elle alloue *proprio motu*, tant à des agents qu'à des voyageurs ou à leurs ayants-droit, victimes d'accidents ? Nous l'ignorons, et les documents statistiques publiés par elle ou par le Ministère des Travaux publics ne le disent pas ; mais nous sommes persuadé que les sommes payées annuellement pour réparer les conséquences des accidents sont considérables et représentent l'intérêt de capitaux énormes.

Aussi pensons-nous qu'il vaudrait mieux, pour les Compagnies, engager de grosses dépenses dans l'agrandissement des gares, ces dépenses seraient fructueuses, les dégagements seraient élargis, les étranglements que l'on voit à Paris disparaîtraient, la circulation se ferait largement, et les collisions n'arriveraient plus. Certes, à Paris, les dépenses d'expropriation se chiffreraient par de fortes sommes, et les actionnaires pourraient se plaindre, mais le public y gagnerait, et, de leur côté, les Compagnies verraient certainement se réduire les dépenses affectées à la réparation d'accidents, indemnités, recours, rentes viagères, etc. ;

5° Dans le même ordre d'idées, et toujours dans le but de dégager la circulation, ne pourrait-on pas, suivant le cas, superposer les voies ou, tout au moins, les construire de façon que la voie montante (nous parlons pour les gares principales, bien entendu) pût être à un niveau différent de la voie descendante ? De cette façon, les méprises n'arriveraient plus. Il serait bon, en outre, que la circulation d'une voie se fît toujours dans le même sens ; les chances de collision s'en trouveraient beaucoup diminuées. Dans certains cas ne pourrait-on pas construire les gares à la façon de l'ancienne gare de Sceaux, à Paris, par exemple, où les trains circulaient toujours dans le même sens sur une voie sans fin ? Cette disposition, par une voie circulaire, ne laisserait pas que de simplifier beaucoup le service de formation et de composition des trains, d'une part, et le dégagement des quais, d'autre part ;

6° On sait que le personnel des visiteurs, graisseurs, poseurs, garde-freins, bénéficie de primes instituées en vue de récompenser le rôle de ces agents lorsqu'ils découvrent une imperfection, une rupture ou tout autre fait particulier susceptible d'amener un accident. D'un autre côté, les mécaniciens et chauffeurs touchent des primes d'exactitude lorsque les trains qu'ils conduisent arrivent à l'heure exacte déterminée par l'horaire. Les Compagnies ne pourraient-elles pas encourager encore plus le zèle de leurs agents de tout ordre, en instituant des primes plus nombreuses ou plus fortes. La dépense pour elles ne serait guère augmentée, si elles affectaient à ce fonds le produit d'amendes infligées, au contraire, aux agents pris en défaut. Il y aurait, dans ce jeu combiné d'amendes et de primes, un stimulant puissant pour l'attention et l'habileté professionnelle de l'agent ;

7° Une plus grande surveillance de la voie est nécessaire en vue de restreindre le plus possible les accidents provenant d'éboulement, d'affouillement, et aussi de bœufs se trouvant sur la voie, comme nous avons eu l'occasion de le déplorer sur certaines lignes. L'on ne pourra jamais, bien entendu, empêcher un désespéré de se jeter sous les roues d'un convoi, mais il serait possible de surveiller de plus près les passages à niveau et les intrusions sur la voie de chevaux, de bœufs ou d'autres animaux de grande taille ;

8° Il est nécessaire de mettre les signaux et aussi les serre-freins hors de la portée du public, afin d'éviter des tentatives criminelles ou même des manœuvres inconscientes et dangereuses, comme cela est arrivé dernièrement. La Compagnie de l'Ouest a pris récemment des mesures pour mettre hors de portée du public les freins à vis et les robinets des freins Westinghouse. Ces mesures devraient être généralisées ;

9° Les serre-freins ne sont pas assez nombreux. La plupart des trains de marchandises, qui comprennent soixante voitures, possèdent trois ou quatre serre-freins. Autrefois, a-t-on dit, on comptait un serre-frein pour six wagons.

Telles sont les différentes dispositions ou précautions que les Compagnies pourraient, à notre avis, prendre en vue de prévenir les accidents les plus fréquents. Mais, nous le répétons, jamais on ne les pourra supprimer. De tout temps et partout il y a eu des accidents de chemins de fer, et si cela peut nous sembler être une consolation, sous ce rapport la France n'est pas le pays qui en compte le plus : l'aperçu statistique que nous avons donné ci-dessus en fait foi.

V. TURQUAN.

(1) Voir ci-après à la suite du présent article. (N. D. L. R.)

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

PROPOSITION DE LOI

relative à la réorganisation du service du contrôle de l'exploitation des chemins de fer.

En présence des accidents de chemins de fer qui ont attristé l'année 1891, le public s'est demandé à qui incombe la responsabilité de ces malheurs et si le Parlement ne fera rien pour éviter le retour de ces accidents.

Un député, M. Guillemet, a répondu à ces questions en présentant une proposition de loi relative à la réorganisation du service du contrôle de l'exploitation des chemins de fer.

A son avis, ce service est aujourd'hui impuissant à cause de son organisation ; le seul remède à cette situation est donc de réorganiser ce service. Voici comment M. Guillemet comprend et opère cette réforme :

Trois mois après la promulgation de la présente loi, le service du contrôle de l'Etat sur l'exploitation des chemins de fer sera détaché du Ministère des Travaux publics et rattaché au Ministère du Commerce.

Les comités consultatifs et techniques actuellement en fonctions seront dissous dans les trois mois qui suivront la promulgation de la présente loi, et des comités analogues seront institués auprès de M. le Ministre du Commerce. La moitié des membres du Comité consultatif sera prise soit dans les Chambres de Commerce, soit parmi les commerçants, industriels ou agriculteurs notables. La moitié au moins du Comité technique sera composée d'Ingénieurs civils. Dans les trois mois qui suivront la promulgation de la présente loi, le service du contrôle sera entièrement réorganisé.

Il y aura deux services dictincts fonctionnant concurremment : le *Contrôle commercial* et le *Contrôle technique*, tous les deux relevant d'une direction qui centralisera le travail au Ministère du Commerce. Le personnel actuel sera réparti, dans ces deux services, selon ses aptitudes. Les agents des Ponts et Chaussées et des Mines reprendront leurs places dans leurs corps respectifs.

Le service du *Contrôle commercial* sera ainsi composé pour chaque grande Compagnie : un inspecteur principal, des inspecteurs particuliers, des commissaires de surveillance administrative. Le service du *Contrôle technique* comprendra : un ingénieur principal, des ingénieurs ordinaires, des contrôleurs de sûreté spécialement chargés de la surveillance du matériel et de la voie, de la durée du travail imposé aux agents et de tout ce qui intéresse la sécurité.

Les candidats ne pourront être nommés qu'au concours. Le programme des examens, les conditions de stage et de capacité, la composition des commissions d'examen seront fixés par le Ministre du Commerce.

Les Compagnies remettront à tous les fonctionnaires du contrôle et à tous les parquets des arrondissements traversés par leurs lignes, des exemplaires de leurs règlements, instructions, circulaires, etc. Toute infraction à cette disposition sera passible d'une amende de 16 à 500 francs.

Dans les six mois qui suivront la promulgation de cette loi, les règlements de toutes les Compagnies devront être uniformisés et le règlement commun devra être approuvé par M. le Ministre du Commerce.

Toute contravention commise par une Compagnie aux ordonnances ou décrets sur la police, la sûreté ou l'exploitation des chemins de

Digitized by Google

fer, ou aux prescriptions du Ministre du Commerce et aux règlements approuvés par lui, sera punie d'une amende de 3 000 francs à 16 000 francs.

En cas de récidive dans la même année, l'amende sera doublée, et le tribunal pourra prononcer un emprisonnement de trois jours à un mois contre l'agent qui sera reconnu responsable.

Lorsqu'une Compagnie n'aura pas exécuté, dans le délai fixé par le Ministre, une mesure de sécurité, elle sera passible d'une amende de 1 000 francs par jour de retard. Si, après l'exécution de ce délai, il arrive un accident que l'exécution de la mesure prescrite eût pu prévenir, le directeur et les administrateurs de la Compagnie seront civilement et solidairement responsables vis-à-vis des victimes de l'accident ou de leurs héritiers.

Tel est le projet dans ses lignes principales.

G. LATOUCHE.

RÉVISION DU TARIF DES DOUANES (1)

Discussion générale. — La discussion générale du projet de loi relatif à la révision du tarif général des douanes n'a pas eu au Sénat moins d'ampleur qu'à la Chambre des députés (2).

Le premier orateur entendu, M. CHALLEMEL-LACOUR (3), est un adversaire du projet. Il estime que l'on a tort de prendre le contre-pied du système qui nous régit depuis trente ans. On pouvait soumettre les traités de commerce à un examen plus attentif, pour y réparer les erreurs et les oublis ayant pu s'y glisser, en tenant compte de la situation du marché et de l'état actuel de l'industrie, mais c'est commettre une grosse faute que de rompre complètement avec la situation présente.

D'après lui, les maximes de la protection sont en tous pays celles des classes riches et privilégiées. On a beau les étendre et alléguer en leur faveur le grand principe de l'égalité dans la protection; ce sont là des formules creuses et des apparences décevantes. La protection ne saurait embrasser et n'embrassera jamais tout le monde. On protège les forts et les riches; les autres ne sont protégés qu'en paroles. Mais, en revanche, cette protection onéreuse dont ils ne profitent point, ils en paient en grande partie les frais, puisqu'ils paieront plus cher tout ce qu'ils achètent.

Il fait ensuite l'historique des divers régimes douaniers qui se sont succédé en France, et il s'applique plus particulièrement à démontrer que le régime des traités, inauguré en 1860, a eu les meilleurs résultats pour la France. qui est, à l'heure actuelle, au niveau des puissances les plus riches.

M. DAUPHIN (4), rapporteur général, a ensuite défendu l'œuvre de la Commission. Il tient surtout à protester contre le reproche, que lui a fait le précédent orateur, de sacrifier les intérêts des consommateurs au désir de lucre de l'agriculture et de l'industrie. La répercussion des droits établis sur les produits étrangers à leur entrée en France se fait d'une façon peu sensible et l'on ne saurait avoir sur ce point de doute quand on se rend compte de ce qui s'est passé après la loi de 1884 établissant une surtaxe de 7 francs sur les sucres et les lois postérieures taxant les blés et les bestiaux; les prix de vente de ces produits sont non seulement restés au-dessous de ce qu'ils étaient en 1884, 1885 et 1887, mais ils sont même au-dessous du prix des mêmes objets dans les pays où ils sont exempts.

Le but actuellement poursuivi est d'augmenter la production indigène, d'encourager le progrès, l'emploi des nouvelles méthodes et d'outillages perfectionnés, de ramener l'argent dans les parties du territoire français où il manque et de ranimer les courages partout où ils ont disparu. L'accroissement de la production compensera peu à peu l'augmentation du tarif, et bientôt l'agriculture et l'industrie pourront abaisser leurs prix en raison de la diminution de leurs frais généraux, de leurs rendements plus élevés et de leurs ventes plus nombreuses. Il en résultera qu'au lieu de se nourrir et de se vêtir au profit de l'étranger, le consommateur, à prix égal, et peut-être moindre, fera la fortune du producteur français.

Il passe ensuite à l'examen des traités de commerce et développe les arguments que nous avons déjà exposés en analysant son rapport général; puis il termine par ces paroles : « Les traités de commerce nous ont fait trop de mal. Nous avons pendant trop longtemps souffert de ce qu'il nous était impossible, pendant une durée déterminée, de relever des droits trop faibles et ruineux pour le pays. Les progrès de la science, les changements des conditions économiques de tous les pays, les rapidités des communications ne permettent à personne de condenser les nécessités du présent, et surtout de prévoir les éventualités de l'avenir. »

M. JULES SIMON (5), qui se qualifie de libre-échangiste impénitent, pense qu'il y a d'autres remèdes à la situation actuelle que la surélévation des droits de douane. Il ne désire pas absolument que l'on fasse des traités de commerce, mais il trouve qu'ils présentent un grand avantage, la stabilité, alors que le système que l'on veut créer est l'incertitude même. Il proteste contre le reproche qu'on nous fait trop souvent, d'être préoccupés de l'intérêt des autres et de ne pas songer assez à l'intérêt de nos concitoyens.

M. COUTEAUX (1) développe ensuite l'idée suivante : toute industrie qui, par l'utilité de ses produits et par le nombre des citoyens qu'elle emploie, tient, dans notre pays, une place importante, doit être mise en état de vivre; et si, par suite de circonstances qu'il ne dépend ni de la volonté, ni de l'habileté des hommes, nos nationaux sont placés dans des conditions qui ne leur permettent pas de résister à la concurrence, il appartient aux pouvoirs publics de rétablir l'équilibre, en imposant aux produits étrangers, à leur entrée chez nous, des droits compensateurs égaux à la différence des prix de revient.

Telle est, d'après lui, la règle qui doit présider à la discussion du tarif général des douanes. En l'appliquant aux matières agricoles, il arrive à cette conclusion que s'il faut être protectionniste pour le blé, il faut être libre-échangiste pour le lin, la laine et le maïs.

M. TIRARD (2) déclare d'abord que ses opinions économiques étant bien connues et en opposition avec celles de la majorité du Sénat, il sait bien qu'il n'a aucune chance de les faire prévaloir; néanmoins, il n'a pas voulu déserter une cause qu'il a constamment défendue et à laquelle il est resté fidèle. Il examine la politique économique de la France aux diverses époques et remonte même jusqu'à Louis XI, qui, désireux d'ouvrir des débouchés intérieurs au commerce, avait profité d'une interruption de la guerre des Deux-Roses pour ouvrir des négociations avec le régent Warwick, en vue de la conclusion d'un traité qui aurait permis aux deux pays d'échanger leurs marchandises sans acquitter des droits de douane. « Si le roi Louis XI faisait partie de la Commission, dit-il, il compterait dansla minorité. »

D'après lui, les traités de 1881 n'ont pas eu, sur les événements qui se sont passés chez nous dans ses dix dernières années, les conséquences funestes qu'on leur reproche. N'est-ce pas au lendemain même de leur promulgation qu'éclatait ce krach financier qui a causé tant de ruines non seulement en France, mais dans le monde entier? Le phylloxera, ce terrible fléau, ne nous a-t-il pas fait perdre le plus beau fleuron de notre industrie agricole? Il estime que le jeu du double tarif est impraticable. Au lieu de chercher dans la surélévation des droits de douane le remède à tous les maux et la source de tous les progrès, ne vaudrait-il pas mieux développer le commerce international, modifier, élargir, assouplir nos mœurs commerciales, créer dans la jeunesse commerçante de ce pays des habitudes entreprenantes, audacieuses même, leur apprendre le chemin des entreprises hardies et des lointaines aventures?

M. JULES FERRY (3), président de la Commission des douanes, vient ensuite défendre le projet de loi. D'après lui, il ne faut pas s'exagérer la portée des droits de douane dans le développement économique des nations modernes. Pour suivre aujourd'hui une politique différente de celle de 1860, il n'est pas nécessaire de prouver que celle-ci a ruiné la France (qui, en réalité, s'est enrichie malgré ce régime), il suffit de montrer qu'elle a failli à ses promesses et qu'aucune des espérances qu'elle avait fait luire aux yeux de la nation ne s'est réalisée. Cette politique, condamnée par l'expérience, doit être absolument et définitivement abandonnée : il y a un abîme entre l'Europe de 1860 et celle de 1891. Dans la situation actuelle, nous devons, pour sauvegarder notre indépendance nationale et notre autonomie économique, rester seuls maîtres de nos armements et de nos subsistances. Pour faire des traités de commerce, il faut être deux, or il est constant que les grands pays sont peu disposés à entrer en négociations.

Quant aux représailles dont on parle si volontiers, l'orateur affirme qu'il en est beaucoup plus question sur les bancs des Assemblées françaises que dans les chancelleries européennes, et il démontre qu'il ne saurait en être question de la part de l'Angleterre, de la Russie, de la Belgique, de l'Allemagne, de l'Autriche, etc.; quant à l'Italie, nous connaissons sa puissance dans la lutte des tarifs. Il termine par ces mots :

« Ne croyons pas que nous ramènerons à nous les sympathies du monde en sacrifiant nos intérêts. Non, soyons forts; pour être forts, soyons producteurs : soyons riches en agriculture, soyons riches en industrie. On n'est jamais isolé politiquement dans le monde quand on est fort; on n'est jamais isolé économiquement quand on est riche. »

M. POIRRIER (4) espère que le Sénat modifiera, au moins sur quelques points, les propositions qui lui sont présentées par la Commission. Rien ne motive la substitution à la tarification modérée actuelle, de taxes dites protectrices. Il s'attache à démontrer l'énormité de ces taxes en passant successivement en revue les diverses industries. Le but avoué est de ralentir l'importation des produits étrangers. Or, si l'on examine en détail cette importation, on constate que sur les 4 300 millions de produits provenant chaque année de l'étranger, il y a au minimum 3 600 millions d'importations indispensables. Par suite, le léger développement que l'on pourra trouver sur le marché intérieur est insignifiant, comparativement aux pertes que nous éprouverons sur l'exportation. Il établit que les traités de commerce ont donné et donnent encore à notre exportation deux avantages inappréciables : la sécurité du lendemain et un traitement de faveur, que nous fera certainement perdre le nouveau système. Puis il demande la suppression du tarif maximum, comprenant un grand nombre de taxes prohibitives et l'adoucissement du tarif minimum qui devrait être tout bonnement notre tarif général.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 14, p. 309; n° 15, p. 331; n° 20, p. 411; n° 21, p. 430; n° 22, p. 445; n° 26, p. 502; tome XVIII, n° 8, p. 120; n° 9, p. 139; tome XIX, n° 1, p. 13; n° 3, p. 47; n° 4, p. 65; n° 5, p. 77; n° 6, p. 93; n° 7, p. 112; n° 8, p. 129; n° 10, p. 159; n° 11, p. 178; n° 13, p. 213; n° 14, p. 228; n° 15, p. 242; n° 16, p. 263; n° 19 p. 312; n° 21, p. 340; n° 23, p. 378; tome XX, n° 3, p. 43.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 3.

(3) Séance du Sénat du 19 novembre 1891.

(4) Séance du Sénat du 19 novembre 1891.

(5) Séance du 20 novembre.

(1) Séance du 20 novembre.

(2) Séance du 21 novembre.

(3) Séance du 23 novembre.

(4) Séance du 24 novembre.

Digitized by Google

M. Jules Roche (1), Ministre du Commerce et de l'Industrie, justifie la méthode et les propositions du Gouvernement. Depuis plusieurs années, il s'est produit un grand mouvement d'opinion, sur lequel il est impossible de se méprendre. Dans cette situation, le rôle du Gouvernement était de discerner à travers toutes ces réclamations ce qui est l'intérêt permanent, ce qui est l'expression de l'intérêt général du pays lui-même, de la nation tout entière, ce qui constitue, d'autre part, les réclamations excessives des intérêts particuliers, qui sont dans leur droit lorsqu'ils cherchent à améliorer leur situation, mais qui placent le Gouvernement dans le devoir de ne pas donner satisfaction aux réclamations qu'ils formulent, lorsqu'elles ont pour but un intérêt égoïste et non pas l'intérêt général du pays.

C'est ce qu'il a fait, en recherchant avant tout l'intérêt national. M. le Ministre indique ensuite les mesures restrictives qui ont été prises, depuis ces dernières années, par plusieurs pays qui ont apporté à leurs tarifs des modifications bien plus considérables que celles qui sont actuellement soumises au Sénat. Après avoir discuté les points principaux du projet de loi, il indique que la France ne peut se contenter de son marché intérieur et qu'elle a absolument besoin d'un marché extérieur, ce qui nous oblige à ne rien faire qui puisse fermer les frontières devant l'activité industrielle et commerciale de notre pays; aussi ne devons-nous pas fermer nos frontières à tout ce que nous achetons, ce qui conduirait ceux auquels nous vendons à fermer également les leurs.

Les intérêts particuliers se trouvant en contradiction les uns avec les autres, il est impossible d'empêcher qu'ils ne récriminent; aussi ce qu'il faut examiner, c'est si l'ensemble du système est pratique et conçu en vue des intérêts généraux.

Quant au nouveau système, il est facile à concevoir et le Gouvernement estime que le meilleur moyen de l'appliquer est de concéder le tarif minimum, tel qu'il sera voté par le Parlement, aux pays avec lesquels nous avons aujourd'hui des relations commerciales établies par des traités antérieurs; de la sorte, il n'y aura pas rupture d'équilibre et nous pourrons conserver les conditions normales de nos échanges avec nos clients de l'extérieur.

M. Fresneau (2) montre que le tarif de 1881 était préjudiciable aux intérêts du pays, et que celui de 1891 sera bienfaisant, quoique imparfait.

Après ce discours, la discussion générale est close et le Sénat passe à l'examen des articles du projet de loi.

Émile Bert,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'Ecole Commerciale de Paris.

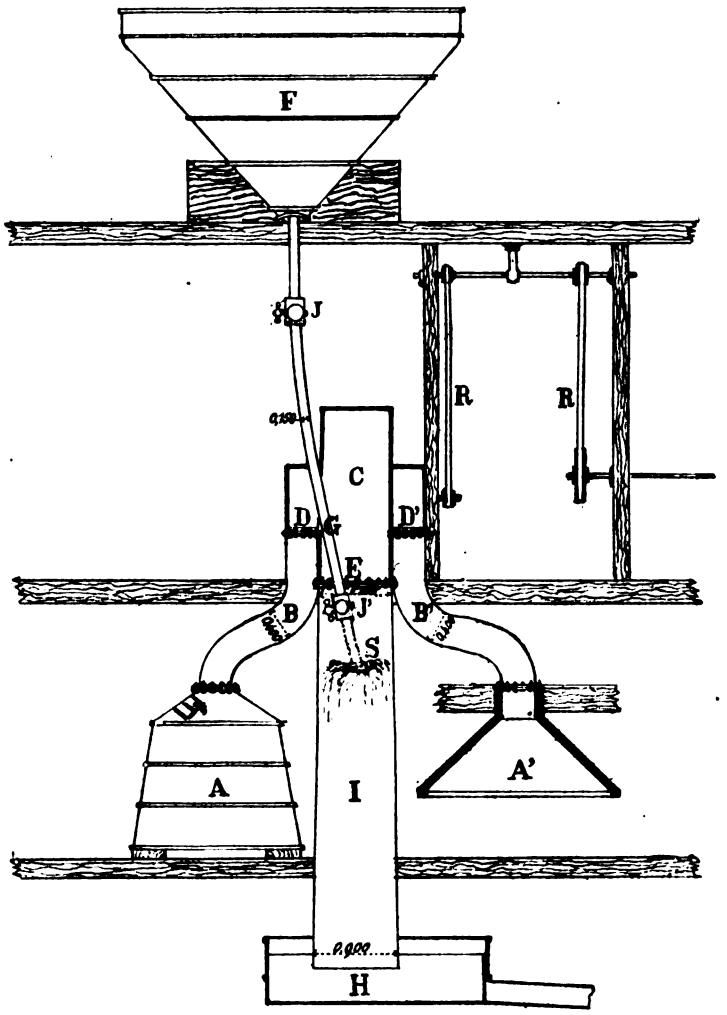
HYGIÈNE

DESTRUCTION DES ÉMANATIONS DE TOUTES PROVENANCES
sans l'emploi d'aucun moyen chimique (système de Pindray).

Si une matière est régie d'une façon rigoureuse par la législation française, c'est bien celle des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. On sait, en effet, quelles formalités nombreuses la loi impose avant d'accorder l'autorisation de fonder un établissement de ce genre, et quelles mesures de précaution, de prudence, elle exige des industriels possesseurs d'usines ou de manufactures.

Tous les pays d'Europe, d'ailleurs, ont, sur ce sujet, une législation à peu près conforme à la nôtre. La législation française range, on le sait, en trois classes, les établissements dangereux, insalubres ou incommodes. Ceux de la première classe doivent nécessairement être isolés des habitations particulières, et c'est l'autorité locale qui indique le lieu où ces établissements peuvent s'élever. Ceux de la deuxième classe sont ceux dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont il importe néanmoins de ne permettre la formation qu'après avoir acquis la certitude que les opérations qu'on y pratique sont exécutées de manière à ne pas incommoder les propriétaires du voisinage, ni à leur causer du dommage. Quant aux établissements compris dans la troisième classe, ce sont ceux qui peuvent rester sans inconvénient auprès des habitations, le danger ou les accidents que présente leur formation n'étant pas assez graves pour les faire éloigner de l'intérieur des villes. Ainsi, ces derniers établissements se distinguent de ceux de première et de deuxième classe en ce qu'ils ne doivent pas être nécessairement éloignés, ou en ce qu'ils ne sont pas soumis, lorsqu'ils sont au milieu des habitations, à des mesures de précaution aussi sévères, et à des formes d'instruction aussi compliquées. Or, il est très dommageable, pour un industriel, d'être obligé, pour se conformer aux prescriptions de la loi, de transporter son usine en dehors des villes, ou loin des habitations; et même souvent, ce déplacement entraîne la ruine de l'industrie et par suite celle de l'industriel; les moyens de transport sont plus difficiles et plus coûteux; l'éloignement des gares de chemins de fer obligent l'industriel à conserver un matériel roulant considérable et augmente sous tous les rapports, d'une façon très appréciable, le chiffre de ses frais généraux. Pour les établissements qui peuvent être élevés au sein des villes, la loi prescrit des mesures de précaution souvent fort coûteuses, par exemple, celles d'élever des murs d'enceinte, de conduire le feu dans de longs tuyaux de cheminée, de brûler la fumée dans les foyers, etc.

Par conséquent, l'invention qui supprimerait les incouvénients qui font ranger telle industrie dans telle classe plutôt que dans telle autre, et qui permettrait ainsi, en rendant l'exploitation de cette industrie inoffensive ou moins dangereuse, de la faire ranger dans la deuxième ou la troisième classe, alors qu'auparavant elle était rangée dans la première, rendrait un service signalé à tous les industriels qui ont intérêt à rester dans une ville ou à se rapprocher des habitations et à s'exonérer de toutes les mesures de police qui entravent d'une façon si désagréable le libre exercice des industries. Ainsi, par exemple, les ateliers pour la préparation des soies de cochon, par tout procédé de fermentation, ont été rangés, par une ordonnance du 27 mai 1838, dans la première classe des établissements insalubres, à cause des mauvaises odeurs qu'occasionne cette préparation. L'invention qui ferait disparaître ces mauvaises odeurs supprimerait, par



Légende: A cuve ou chaudière servant à la manipulation ou à la cuisson des matières produisant des émanations insalubres; — A' hotte servant à réunir, par sa disposition, les émanations produites dans les ateliers formés où l'on manipule des matières produisant des gaz ou vapeurs insalubres; — B B' tubes aspirateurs; — C ventilateur aspirant et foulant; — D D' raccordements des tubes aspirateurs; — E raccordement des tubes de refoulement; — F bâche à eau pour alimenter l'injecteur (la capacité de cet injecteur variera selon l'importance de l'appareil); — G injecteur; — H barboteur; — I tube de refoulement; — J J' robinets; — R transmission; — S pomme d'arrosoir.

Fig. 1. — Disposition employée pour détuire les émanations insalubres.

là même, la cause qui a fait ranger l'industrie des soies de cochon dans la première classe et permettrait ainsi d'élever des ateliers au sein même des villes.

En ce qui concerne les établissements insalubres, l'on a déjà essayé de parer aux inconvénients qu'ils présentent, mais sans y réussir, jusqu'à présent. Le système proposé par M. de Pindray, et que nous allons décrire, semble réunir des conditions satisfaisantes pour supprimer les émanations insalubres qui s'échappent, malgré toutes les précautions prises, de certaines fabriques ou usines.

Dans notre dessin ci-dessus (fig. 1), est représentée la disposition employée par l'auteur de ce procédé pour enlever les émanations produites, soit par la fonte des graisses, soit par le décapage des métaux.

La chaudière A, dans laquelle s'effectue la fonte des graisses, est reliée par le tube B au ventilateur C. L'air vicié de l'usine est enlevé par ce ventilateur au moyen du tube B' terminé par l'entonnoir A'. Les gaz refoulés dans le tube central I sont mélangés avec l'eau qui provient du réservoir supérieur; cette eau, distribuée sous forme de pluie, entraîne les gaz jusqu'au barbotteur H placé à la partie inférieure de l'usine, et, de là, le mélange est conduit aux égouts ou à un puits perdu, par une canalisation souterraine.

Cette invention n'est plus dans le domaine de la théorie pure. Deux applications en ont été faites jusqu'à ce jour, dont l'une à Cambrai, dans l'atelier de décapage des métaux dirigé par M. Dupont-Grézeaux, où le procédé a donné de très bons résultats, car, depuis son emploi, l'usine, qui était sur le point d'être fermée à cause des

(1) Séance du 24 novembre.
(2) Séance du 24 novembre.

Digitized by Google

émanations insalubres qu'elle produisait, fonctionne sans aucun danger pour la salubrité publique.

L'autre expérience a été faite dans une usine située dans la ville du Cateau (Nord). De nombreuses plaintes avaient été articulées au sujet des émanations produites par cette usine qui s'occupe de la fonte des graisses. Le chef de cette usine, M. Gérard, s'adressa à M. de Pindray, qui installa ses appareils; et une délibération du conseil municipal de la ville du Cateau (séance du 20 novembre 1888) constata que « grâce au perfectionnement très habilement apporté par M. A. de Pindray, Ingénieur, à la fonte des graisses dans l'usine de M. Gérard, aucune odeur malsaine n'était perçue. . . . . que l'usine de M. Gérard n'offrait plus actuellement aucun danger pour la salubrité publique. »

Il faut remarquer combien ce procédé, basé sur des moyens purement physiques, est supérieur à tout procédé qui serait basé sur un agent chimique. En effet, en employant un procédé physique, la dépense est réduite dans de très grandes proportions, car elle ne comporte que les frais d'entretien, les appareils n'ont besoin d'aucune surveillance, et on n'a pas à faire de manipulations qui sont souvent dangereuses.

Nous ne voulons pas terminer ce court exposé, sans souhaiter à l'invention de M. de Pindray le succès qu'elle mérite, car non seulement elle présente, ainsi que nous l'avons dit plus haut, des avantages sérieux pour les industriels propriétaires d'usines rangées par la loi au nombre des établissements insalubres, mais encore elle est un progrès pour la salubrité publique. Lorsque nous employons le mot de salubrité publique, nous entendons par là que, grâce à cette invention, non seulement la santé des habitants voisins de l'établissement sera préservée, mais encore la santé des ouvriers employés dans l'usine, santé dont un industriel philanthrope et comprenant bien ses intérêts, doit se montrer soucieux avant tout. Envisagé à ce point de vue humanitaire, l'invention de M. de Pindray mérite encore toutes les sympathies et tous les encouragements.

FORIS.

NÉCROLOGIE

M. ALPHAND

La Ville de Paris vient de perdre l'Ingénieur éminent qui, pendant près de quarante années, a si largement contribué à l'embellir et à l'assainir. M. Alphand est mort le 6 décembre dernier après une courte maladie, à l'âge de 74 ans. Il était né à Grenoble le 26 octobre 1817.

Avant d'être appelé à Paris, M. Alphand s'était déjà fait connaître par divers travaux à Bordeaux où, depuis 1839, il remplissait les fonctions d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées. C'est là que M. Haussmann, alors préfet de la Gironde, avait pu apprécier son intelligence et son activité; aussi lorsqu'il fut nommé préfet de la Seine sous l'Empire, s'empressa-t-il de prendre avec lui son collaborateur de Bordeaux.

C'était en 1854. Les grands et nombreux travaux qui ont si profondément modifié la physionomie de l'ancien Paris étaient déjà commencés. Le percement du boulevard de Strasbourg et celui de la rue de Rivoli datent, en effet, de 1852; à cette même époque, Belgrand, le célèbre Ingénieur auquel on doit l'adduction des eaux de la Dhuys et de la Vanne, traçait un plan méthodique de l'assainissement de la capitale.

En sa qualité d'administrateur des promenades et d'Ingénieur en chef des promenades et des plantations, M. Alphand eut surtout pour mission d'embellir Paris. C'est lui qui a fait du Bois de Boulogne, du parc Monceau, du bois de Vincennes, ces admirables promenades uniques au monde et que beaucoup d'autres villes ont depuis lors cherché à imiter. C'est également sous sa direction qu'ont été si magnifiquement ornées les avenues des Champs-Elysées et du Bois de Boulogne, et qu'ont été créés sur les emplacements de terrains vagues ou d'anciennes carrières, les parcs de Montsouris et des Buttes-Chaumont.

En 1862, le service de la voie publique fut ajouté au service des promenades et forma une direction administrative placée sous les ordres de M. Alphand. En 1871, il accepta, en outre, la mission de diriger les services d'architecture, autrefois confiés à M. Baltard, et le service départemental des travaux; il prit alors le titre de « Directeur des travaux de Paris. »

Rappelons que, dans l'intervalle, il avait largement contribué, comme colonel du génie auxiliaire pendant le siège de Paris, à la mise en état de défense de l'enceinte fortifiée et à la création des redoutes de Montretout et de la boucle de la Marne.

En 1878, M. Alphand recueillit, à la mort de M. Belgrand, la direction de l'important service des eaux et égouts, et l'on peut dire qu'à partir de ce moment fut concentrée entre ses mains la direction de tous les services techniques de la ville de Paris. L'importance de ses attributions administratives, sa haute compétence et sa grande expérience lui donnèrent une situation toute spéciale où il put déployer à son aise toutes les ressources de son activité et de son talent. Grâce à son mérite personnel et au prestige des services rendus à la capitale pendant sa longue carrière, il était arrivé à jouir d'une grande autorité, non seulement sur ses subordonnés, mais même au sein du Conseil municipal. Habile à réduire les oppositions qu'il rencontrait, il avait fini par faire voter tous ses programmes de grands travaux, avec les emprunts nécessaires pour les exécuter.

En sa qualité de directeur des travaux de Paris, M. Alphand avait déjà collaboré activement à l'aménagement de l'Exposition universelle de 1878. Sa collaboration fut encore plus effective à l'Exposition universelle de 1889 dont il dirigea tous les travaux. L'on a pu dire avec raison que cette Exposition fut sa dernière et l'une de ses plus belles œuvres. Après avoir, tout d'abord, préconisé une vaste Exposition dans la plaine de Courbevoie, il s'était rallié au projet du Champ de Mars; il consacra à sa réalisation toutes les ressources de son intelligence et de son activité, et nous n'avons pas besoin de rappeler ici comment il réussit dans cette lourde et superbe tâche, sachant dominer toutes les difficultés, parvenant à imposer ses conceptions et communiquant à tous son ardeur et sa foi dans le succès.

L'éminent Ingénieur est mort à son poste, après quelques semaines de maladie. Il n'avait jamais pu se décider à prendre un peu de ce repos qu'il avait cependant si bien gagné, et jusqu'au dernier moment il avait tenu à conserver la direction de tous ses importants services. Un homme comme lui est difficile à remplacer; sa situation, comme administrateur supérieur des travaux de la Ville de Paris était exceptionnelle, elle avait d'ailleurs été constituée peu à peu pour lui et était arrivée à jouir d'une autonomie presque absolue. Il est donc probable que, lui disparu, l'Administration préfectorale et le Conseil municipal seront d'accord pour ne pas laisser subsister l'ancienne direction des travaux de Paris et pour la partager entre plusieurs directions.

M. Alphand avait été nommé Inspecteur général des Ponts et Chaussées de 1re classe en 1875. A l'ouverture de l'Exposition universelle de 1889, il avait été promu à la dignité de grand'croix dans l'ordre national de la Légion d'honneur. Enfin, l'an dernier, il avait été nommé membre libre à l'Académie des Beaux-Arts, en remplacement de M. Haussmann, décédé. Son état de santé l'a empêché de lire à l'Académie la notice qu'il avait rédigée sur l'ancien préfet de la Seine, dont il avait été le plus actif collaborateur.

Les obsèques de M. Alphand ont été célébrées le 11 décembre. Le Conseil municipal avait décidé que la Ville de Paris pourvoierait à ses funérailles et qu'une concession perpétuelle lui serait accordée dans le cimetière du Père-Lachaise où on lui élèverait un monument; il avait en outre décidé que la célébration de la cérémonie funèbre aurait d'abord lieu au Champ de Mars. Dès le matin, le cercueil a été transporté sous un catafalque au milieu du Dôme central de l'Exposition transformé en chapelle ardente, et à dix heures la cérémonie civile a commencé.

M. Poubelle, préfet de la Seine, a pris le premier la parole, au nom de la Ville de Paris, et a rappelé tous les travaux accomplis par M. Alphand pendant sa vie si bien remplie. M. Levraud, président du Conseil municipal, et M. Péan, président du Conseil général de la Seine, ont ensuite célébré à leur tour les mérites de l'éminent directeur des travaux de Paris. M. Paul Dubois, directeur de l'Ecole des Beaux-Arts, a prononcé quelques paroles d'adieu au nom de l'Institut; M. Leblanc, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, a exprimé les regrets du corps des Ponts et Chaussées; M. Huet, sous-directeur des travaux de Paris, a dit le dernier adieu du personnel de la direction des travaux et des collaborateurs de M. Alphand; enfin, M. H. de Lapommeraye a parlé au nom de l'Association polytechnique, dont M. Alphand était président.

Après les discours, le cortège s'est formé pour accompagner le cercueil à l'église Notre-Dame où a été célébrée la cérémonie religieuse. L'inhumation a ensuite eu lieu au cimetière du Père-Lachaise.

INFORMATIONS

Les nouveaux canons à tir rapide du Creusot.

A la suite de la discussion du budget de la marine, qui vient d'avoir lieu à la Chambre des Députés, M. H. Schneider a adressé la lettre suivante à M. de La Ferronnays et à M. Clémenceau :

Le Creusot, 12 décembre 1891.

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

Au moment où la discussion du budget de la marine s'ouvrait à la Chambre, j'ai été appelé subitement au Creusot par un deuil de famille.

J'ai été ainsi empêché de suivre ce débat et d'entendre le discours si intéressant et si patriotique que vous avez prononcé à cette occasion pour appeler l'attention de la Chambre sur la question des canons à tir rapide. Si j'avais été présent, je vous aurais donné quelques indications qui auraient peut-être complété utilement vos propres renseignements.

Dès le mois de juin 1889, j'avais proposé au Ministre de la marine d'alors d'entreprendre la fabrication des canons à tir rapide de 12 à 15 centimètres, du système Armstrong, déjà adopté à ce moment par l'Amirauté anglaise et par la marine italienne, et dont un traité éventuel m'assurait la concession.

Ce système n'était assurément point parfait; mais c'était le seul qui, à l'époque, eût fait ses preuves pour les gros calibres, et il m'avait paru qu'il fallait aller au plus pressé et doter, avant tout, notre marine de canons à tir rapide. Après l'insuccès de ma proposition, j'ai étudié la question avec mes Ingénieurs, et mes usines ont terminé récemment un canon à tir rapide de 15 centimètres, de 45 calibres de longueur, avec son affût, tous deux d'un type nouveau, dont l'exécution et les premiers essais ont été suivis par un officier d'artillerie de la marine, que le ministre, à raison de l'intérêt qu'il portait à la question, avait bien voulu en charger spécialement.

Les essais officiels de ce canon pourront avoir lieu prochainement; ils ont été retardés par quelques difficultés qu'a présentées la fabrication des douilles par suite de leur longueur, mais qui sont tout près d'être résolues, j'en ai dès à présent la certitude.

Digitized by Google

Je ne comptais pas parler de ce canon avant qu'il n'eût été essayé officiellement ; mais, en présence de l'émotion très légitime que vos déclarations ont soulevées, je crois de mon devoir de dire, dès à présent, que dans les essais déjà faits au polygone du Creusot, avec des douilles encore imparfaites, nous avons réalisé une vitesse de 820 mètres avec le projectile de 40 kilogr. et un tir de dix coups en 75 secondes, en conservant le pointage ; la pression des gaz s'est maintenue à 2 500 atmosphères environ.

Avec les douilles dont nous disposerons prochainement, la rapidité du tir sera plus grande et atteindra certainement dix coups en 60 secondes, de façon que nous aurons un canon à tir rapide muni d'un mécanisme simple et robuste qui, avec la même rapidité de tir, donnera une vitesse dépassant de plus de 60 mètres le chiffre maximum réalisé dans le plus bel essai fait jusqu'à ce jour, et cela avec un recul notablement moindre, et avec une conservation remarquable de la précision du pointage.

J'espère d'ailleurs, et c'est par là que je veux terminer, pouvoir reproduire ces résultats sous vos yeux avant un mois, si vous voulez bien me faire l'honneur de venir alors au Creusot, où je serai d'ailleurs très heureux de vous faire apprécier personnellement les ressources que l'industrie privée, un peu maltraitée quelquefois, peut mettre à la disposition de la défense nationale.

Veuillez bien excuser la longueur de cette lettre. Il m'a paru nécessaire d'entrer dans quelques détails et de ne pas me borner à de simples affirmations dans une question de cette importance.

Veuillez agréer, monsieur et cher collègue, l'assurance de ma haute considération et de mes sentiments dévoués.

H. SCHNEIDER.

Syndicat des fabricants de ciment Portland artificiel de France.

Les fabricants de ciment Portland artificiel viennent de former un Syndicat pour la défense des intérêts de leur industrie. Voici quelques articles des statuts qu'il nous paraît intéressant de reproduire.

ARTICLE PREMIER. — Une association est formée par les fabricants français de ciment Portland artificiel. Elle prend le nom de *Chambre syndicale des fabricants de ciment Portland artificiel de France.*

N'est considéré comme ciment Portland artificiel que le produit constitué par la mouture de roches scorifiées obtenues par la cuisson jusqu'à ramollissement d'un mélange intime de carbonate de chaux et d'argile rigoureusement dosé, chimiquement et physiquement h mogène dans toutes ses parties.

Le siège de la Chambre syndicale est fixé à Paris, dans l'hôtel de la Société des Ingénieurs civils, 10, cité Rougemont.

ART. 2. — Son but est : 1° l'avancement de tout ce qui touche l'industrie du ciment Portland et la défense de cette industrie contre les produits de qualité inférieure qui prennent indûment le nom de ciment Portland pour lui faire concurrence ;

2° De faciliter et de rendre plus fréquents les rapports entre les fabricants ;

3° De constituer un comité d'initiative et de protection ;

4° De prendre et sauvegarder les intérêts de l'industrie du ciment Portland auprès du Gouvernement, des Chambres de commerce, etc.

5° De donner à chaque fabricant l'appui du Syndicat pour défendre les intérêts spéciaux de sa région ;

6° De fournir aux tribunaux des arbitres compétents ;

7° De régler à l'amiable les différends qui pourraient s'élever entre les membres de l'Association ou entre ceux-ci et des tiers ;

8° De grouper tous les documents de nature à intéresser l'industrie du ciment.

Dans sa séance du 30 juin 1891, le Syndicat a composé son bureau comme suit :

Président d'honneur : M. VICAT, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Président : M. CANDLOT, directeur commercial de la Société des ciments français et des Portland de Boulogne-sur-Mer, membre de la Société des Ingénieurs civils et de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

Vice-président : M. MERCERON-VICAT, Ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur de la Société Vicat, à Grenoble.

Vice-président : M. DE WARINGHIEN, administrateur délégué de la Compagnie nouvelle des ciments Portland du Boulonnais.

Secrétaire-trésorier : M. LAVOCAT, ancien élève de l'Ecole polytechnique, directeur de la Société Darsy, Lefebvre et Lavocat.

La locomotion électrique d'Edison.

La question de la locomotion électrique fait de grands progrès aux Etats-Unis comme en France. Voici quelques détails empruntés à l'*Electrical Engineer* sur les études faites, en ce moment, par Edison, à ce sujet.

Dans le système Edison, sans câble supérieur ni conduit souterrain, le courant est fourni à un potentiel élevé par une station centrale d'où il passe dans des transformateurs répartis le long de la voie, sous le sol et qui convertissent le courant transmis à 1 000 volts en un autre de 20 volts seulement avec augmentation correspondante d'intensité. La difficulté consistait à assurer la transmission de ce courant de forte intensité (1 000 ampères), mais de basse tension, des rails aux roues, à travers une couche de boue qui peut atteindre 0m 05 d'épaisseur. Cette difficulté a été, paraît-il, surmontée de même que celle des joints entre rails.

Une ligne d'expérience de 400 mètres environ fonctionne actuellement près du laboratoire de M. Edison et donne les meilleurs résultats. La perte de courant due aux fuites entre rails n'excède pas trois chevaux vapeur par kilomètre. Le coût du système est estimé devoir varier entre 100 000 et 300 000 francs par kilomètre non compris les stations, pour une ligne à double voie.

L'*Electrical Engineer* ajoute que des études sont faites pour établir ce système sur l'une des plus importantes lignes de tramways de New-York.

Érection d'un monument à la mémoire de Charles Grad, à Turckheim.

Un Comité, présidé par MM. de Schauenbourg et Scherb, vient d'ouvrir une souscription dans le but d'élever à Turckheim un monument à la mémoire de Ch. Grad, député de l'Alsace, membre correspondant de l'Institut. Ch. Grad était un économiste de valeur, il s'était occupé tout particulièrement des questions relatives aux accidents du travail et aux caisses de retraite ; il avait présidé en 1889 le Congrès international d'Economie politique.

Le *Génie Civil*, dont il a été un collaborateur, prie tous ceux qui ont apprécié Ch. Grad et qui voudront rendre un hommage au patriote que l'Alsace vient de perdre, d'envoyer leur offrande à M. le docteur J. Dagonet, 1, rue Cabanis, à Paris.

Production des vins et cidres en France, en 1891.

La direction générale des contributions indirectes vient de faire connaître l'état approximatif de la production des vins et des cidres en 1891 :

La production des vins s'est élevée en France, cette année, à 30 139 155 hectolitres, représentant une valeur de 1 008 998 590 francs. Le prix moyen de l'hectolitre, chez le récoltant, ressort à 33 fr. 50, inférieur de 2 fr. 50 au prix moyen de l'année dernière.

Le nombre d'hectares plantés en vignes en 1891 est de 1 763 374 ; il est inférieur de 53 170 hectares au chiffre constaté en 1890.

Néanmoins, la récolte de 1891 dépasse celle de 1890 de 2 723 228 hectolitres, et comme valeur la dépasse de 20 204 724 francs.

En Algérie, la récolte des vins, en 1891, s'est élevée à 4 058 412 hectolitres, supérieure de 1 214 182 hectolitres à la récolte de 1890. Le nombre d'hectares plantés en vignes est de 107 048, supérieur de 8 507 hectares au chiffre constaté en 1890.

L'élévation de la récolte des vins naturels a eu pour effet de réduire la fabrication des vins artificiels. La quantité de ces vins fabriqués s'est élevée, en 1891, à 3 587 744 hectolitres (dont 1 883 298 hectolitres de vins de sucrage et 1 704 446 hectolitres de vins de raisins secs), tandis qu'en 1890 on avait fabriqué 6 239 579 hectolitres de vins artificiels, dont 4 292 850 hectolitres de vins de raisins secs.

La tuberculose et le matériel des chemins de fer.

M. Cornet a montré que les locaux habités par des phtisiques contiennent fréquemment le bacille de la tuberculose. Le docteur allemand Prausnitz a examiné, à ce point de vue, les coupés de chemins de fer transportant fréquemment de ces malades. Pour cela, il a recueilli la poussière contenue dans les coupés des trains directs allant de Berlin à Méran, station fréquentée par un grand nombre de phtisiques, et l'a inoculée, d'après la méthode de M. Cornet, par la voie péritonéale, à des séries de cobayes. Du tableau accompagnant son mémoire, nous relevons que, sur cinq coupés dont la poussière fut examinée par ce procédé, deux se trouvèrent contenir le bacille de la tuberculose. En effet, la poussière de ces coupés rendit, dans un cas, trois cobayes tuberculeux sur quatre inoculés ; dans l'autre, deux. Les animaux d'expérience avaient été tués pour être examinés environ dix ou douze semaines après l'inoculation, mais dans aucun cas la tuberculose n'était très avancée. La lente évolution de cette affection, dans ces cas, fait croire à l'auteur que le nombre des bacilles infectieux contenus dans la poussière était relativement peu considérable.

Rappelons, d'autre part, que M. Cornet a cité un cas d'infection tuberculeuse chez une personne ayant habité une chambre d'hôtel dans laquelle un phtisique était mort. Il serait donc regrettable, dit la *Revue scientifique*, que les Compagnies de chemins de fer, ignorant les conclusions de M. Prausnitz, négligeassent les soins de propreté et de désinfection propres à enlever tout danger de contamination dans les coupés employés par des phtisiques. Certaines mesures adoptées dans les hôpitaux, telles que l'emploi du crachoir facilement stérilisable, paraîtraient fort recommandables. Ce qu'il faudrait, aussi, c'est pratiquer couramment la désinfection du tapis, sur lequel il sera toujours impossible d'empêcher les malades de cracher. La facilité de procurer de la vapeur sous pression, dans les gares, rendrait cette désinfection quotidienne très facile.

Conservation des poteaux télégraphiques.

Pour la conservation des poteaux télégraphiques, M. Hermann Liebau, de Magdebourg, remplace l'imprégnation extérieure sous pression, par l'injection du liquide antiseptique dans un petit canal foré au centre de la partie qui doit être enfoncée dans le sol. L'injection se fait après le placement du poteau, au moyen d'un trou qu'on fore sur le côté et qui va rejoindre le canal central fermé au bas par une cheville.

L'absorption par le bois a lieu de l'intérieur vers l'extérieur, et elle commence ainsi par la partie particulièrement sujette à la pourriture. La faible pression due à la colonne liquide renfermée dans l'espace central suffit pour obtenir la pénétration dans toute la section du tronc.

Ce procédé peut être très avantageusement appliqué à tout bois d'œuvre exposé à des alternatives de sécheresse et d'humidité, ou soumis à des absorptions de substances azotées, surtout lorsqu'on ne pourra disposer que de bois fraîchement abattu.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 novembre 1891.

Physique. — *Sur un modèle de fontaine lumineuse.* Note de M. G. Trouvé, présentée par M. Lippmann.

Dans le modèle de fontaine lumineuse que M. Trouvé présente à l'Académie, le principe de Colladon n'est mis à profit qu'en partie, l'éclairage se faisant par action directe, comme dans les appareils présentés par M. de Lacaze-Duthiers pour l'éclairage des liquides et des ferments employés dans les laboratoires.

La faible quantité d'eau mise en jeu par M. G. Trouvé, par suite le petit diamètre des veines d'eau et la réduction en perles de la gerbe retombant dans la vasque, ne permettaient pas de recourir à l'artifice des veines creuses qui retiennent la lumière entre leurs parois intérieures et en augmentent la portée; M. Trouvé a donc dû baigner entièrement le jet d'eau dans le faisceau lumineux, qui se trouve ainsi illuminé avec la même intensité qu'à la base. Il y est arrivé en supprimant tout ajutage métallique, qui eût porté ombre, et par l'adaptation d'une cloche de verre percée d'orifices verticaux d'où jaillit l'eau emprisonnée.

Dans ce petit modèle, la compression de l'eau s'opère à l'aide d'une poire en caoutchouc aspirante et foulante, dans un petit réservoir qui forme le pied de la vasque et où revient l'eau d'une façon périodique.

La source électrique, représentée par une lampe à incandescence, est fixée au foyer d'un réflecteur parabolique dont l'axe coïncide avec celui de la gerbe liquide directement éclairée; des écrans de verres, de couleurs variées, viennent s'interposer entre cette lampe et la colonne d'eau. La solution de fluorescéine rend l'expérience encore plus frappante.

Chimie. — *Sur la combinaison directe des métaux avec le chlore et le brome.* Note de MM. Henri Gautier et Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan.

Quand deux corps, par leur union, peuvent donner naissance à une réaction exothermique, il arrive souvent que des liaisons, dont la nature n'est pas connue, les empêchent de se combiner directement. Dans ce cas, il faut, pour obtenir la combinaison, faire intervenir une énergie étrangère qui détruise ces liaisons. Il est difficile, dans l'état actuel de la science, de rien dire, a priori, sur la nature de la source d'énergie qui doit fournir le travail préliminaire. Il est même très curieux, dans des cas qui paraissent tout à fait comparables, de voir que l'action d'une énergie étrangère est tantôt inutile, tantôt indispensable, et que si cette énergie est nécessaire, elle n'intervient pas toujours de la même manière.

L'action qu'exercent les halogènes sur les métaux est un des exemples les plus nets que l'on puisse citer de ces différences.

Les auteurs de cette note relatent en détail les expériences qu'ils ont faites sur l'action du bromure et du chlore sur le magnésium, le zinc, le fer, le cuivre et l'argent.

Il résulte de ces recherches que la plupart des métaux, à l'exception de l'aluminium, sont à peine attaqués par le chlore et le brome secs à la température ordinaire, et il est très remarquable de voir le magnésium résister complètement à l'action de ces liquides qui attaquent l'aluminium avec une si grande facilité. Les chlorures et les bromures de ces deux métaux présentent, dans leurs propriétés et dans leur formation à partir des oxydes, des analogies qui ne permettaient pas de prévoir les différences signalées.

Mécanique. — *Sur les dimensions et la forme de la section d'une veine gazeuse où règne la compression limite pendant le débit limite.* Note de M. Parenty, présentée par M. Léauté.

Séance du 9 novembre 1891.

Physique. — *1° Un moyen simple de vérifier le centrage des objectifs du microscope.* Note de M. C. J. A. Leroy, présentée par M. Mascart.

Le moyen simple de vérifier le centrage des objectifs du microscope que présente M. Leroy repose sur les principes suivants:

Les surfaces de l'objectif étant supposées de révolution, si elles sont centrées entre elles, les images catoptriques d'un point lumineux situé sur l'axe optique seront toutes sur cet axe. Si l'œil de l'observateur est de même placé sur cet axe, elles lui paraîtront exactement superposées; s'il est placé de côté, elles formeront sur la rétine une ligne droite parfaite. L'image sera encore une ligne droite si le point lumineux est situé en dehors de l'axe. Si, au contraire, une surface est décentrée, l'image correspondante ne se superposera pas aux autres; elle sortira de la ligne commune et lui donnera un aspect brisé.

Pour réaliser ces principes, l'auteur se sert d'une lampe et d'un miroir ophtalmoscopique plan, et, tenant l'objectif à la main le côté oculaire tourné vers lui, le côté opposé masqué par la main qui le porte, il dirige la lumière vers l'objectif comme pour l'examen de l'œil. On parvient aisément à trouver une position telle que les images prennent les positions qui, d'après les principes émis ci-dessus, déterminent rapidement le centrage exact ou imparfait de l'appareil.

2° Sur l'existence des sels acides ou basiques des acides monobasiques en liqueur très étendue. Note de M. Daniel Berthelot, présentée par M. Lippmann.

Chimie. — *1° Sur la formation d'hydrates salins aux températures élevées.* Note de M. G. Rousseau, présentée par M. Troost.

M. G. Rousseau signale dans cette note plusieurs composés salins hydratés obtenus à des températures élevées. Il en a même obtenu en écartant toute possibilité de penser que l'eau de ces hydrates provienne de l'eau de lavage, en reprenant la préparation de plusieurs d'entre eux en recourant seulement aux dissolvants organiques.

Les résultats qu'il a obtenus paraissent établir d'une façon définitive la formation d'hydrates salins aux températures élevées. L'auteur croit qu'il est possible d'ajouter encore de nouveaux membres à cette famille de composés. A l'exception du manganèse, tous les métaux capables de donner naissance à ces hydrates appartiennent en effet au huitième groupe de la classification périodique de Mendéleff. D'après les analogies, il est légitime d'admettre que les autres métaux de ce groupe pourront, à leur tour, engendrer des hydrates du même ordre.

2° Sur un chlorure double de cuivre et de lithium. Note de M. A. Chassevant, présentée par M. Henri Moissan.

Les sels doubles que forme le chlorure de lithium avec les chlorures métalliques ont été peu étudiés; on s'est contenté jusqu'ici de les signaler, en leur attribuant des qualités analogues à celles des sels doubles formés par le chlorure de potassium et les chlorures métalliques. En cherchant à former un chlorure double de cuivre et de lithium, M. Chassevant a obtenu un sel qui ne répond au chlorure double de potassium et de cuivre, ni comme propriétés, ni comme formule.

Ainsi que le montre l'auteur dans les différentes réactions auxquelles il l'a soumis, ce corps ne peut se dissoudre dans l'eau sans se décomposer; lorsqu'on ajoute de petites quantités d'eau, on obtient une solution verte qui, en présence de ce réactif, ne tarde pas à devenir bleue. Cette coloration indique bien la dissociation du sel double au contact de l'eau; le chlorure de cuivre et le chlorure de lithium sont séparés dans la liqueur. Si l'on prend comme dissolvant une solution de chlorure de lithium concentré, le chlorure double s'y dissout sans décomposition, donne une solution rouge brun, d'où l'on peut le faire recristalliser.

Ceci explique pourquoi, lorsqu'on mélange les équivalents proportionnels des deux chlorures, on ne peut pas obtenir ce sel double; au contraire, en solution très concentrée et en présence d'un excès de chlorure de lithium, ce chlorure double cristallise facilement.

M. Chassevant a donc obtenu un sel dissociable par l'eau; il s'établit dans les solutions un certain équilibre chimique que l'on retrouvera dans les autres chlorures doubles de lithium dont il poursuit l'étude.

Ce chlorure répond à la formule : $2CuCl,LiCl + 5HO$.

3° Recherches sur la digitaléine. Note de M. J. Hondas, présentée par M. Henri Moissan.

4° Sur les isocinchonines. Note de MM. E. Jungfleisch et E. Léger, présentée par M. Troost.

5° Dosage de la matière grasse dans les produits du lait. Note de MM. Lezé et Allard, présentée par M. P.-P. Dehérain.

M. Lezé avait déjà présenté à l'Académie, le 24 mars 1890, une méthode simple et rapide du dosage de la matière grasse dans le lait. Reprenant cette méthode avec la collaboration de M. Allard, il a apporté dans cette analyse des simplifications qui réduisent le dosage à une opération des plus faciles.

Dans un ballon à col gradué on mélange une quantité connue de la matière grasse à essayer, avec quatre à cinq fois son volume d'acide chlorhydrique pur; on laisse réagir à température modérée pendant quelque temps en agitant légèrement de temps à autre. La matière disparaît et l'on a finalement un mélange qui brunit par la chaleur; le liquide reste clair, la matière grasse s'isole; par une addition d'eau tiède, on la fait monter dans le col du ballon et on la mesure.

Lorsque les matières sont trop pâteuses pour être introduites dans le ballon, on les attaque dans une capsule et on les transvase dans le ballon jaugé, une fois la séparation effectuée.

Pour vérifier l'exactitude du procédé, les auteurs ont dosé la matière grasse dans un échantillon de gruyère; ils ont obtenu les résultats suivants :

Matières grasses dosées par l'éther.	31.84
— — par le sulfure de carbone.	32.04
— — par le nouveau procédé .	31.75

C'est là une approximation très suffisante.

Électricité. — *Détermination expérimentale de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques.* Mémoire de M. R. Blondlot, présenté par M. Poincarré.

M. Blondlot a déterminé expérimentalement la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques en s'appuyant sur le principe suivant :

Puisque, comme l'ont démontré MM. Sarrasin et de la Rive, c'est le résonateur qui détermine la longueur d'onde que l'on observe, l'équation $\lambda = VT$ doit être satisfaite si l'on substitue à λ et à T les valeurs de la longueur d'onde et de la période propres au résonateur employé et à V la vitesse de propagation des ondes, la détermination de la vitesse se ramène donc à celle de la période du résonateur et de la longueur d'onde qu'il définit.

L'auteur a donné au résonateur une forme particulière qu'il décrit en détail, afin de pouvoir déterminer avec certitude la période propre de ses oscillations. Dans les treize expériences faites, dont M. Blondlot donne les résultats, il y a concordance entre les valeurs de la vitesse, bien que la longueur d'onde ait varié du simple au double.

Les ondulations électriques ont une vitesse de propagation unique, indépendante de la longueur d'onde et voisine de 297 600 kilomètres par seconde.

Mécanique. — *Théorie des turbo-machines.* Note de M. Rateau, présentée par M. Haton de la Goupillère.

G. Petit,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Traité élémentaire de l'objectif photographique, par L. Wallon, ancien élève de l'Ecole Normale supérieure, professeur de physique au Lycée Janson de Sailly. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, à Paris, 1891.

Cours de physique mathématique. Thermodynamique. Leçons professées pendant le premier semestre 1888-1889, par H. Poincaré, membre de l'Institut, rédigées par J. Blondin. — Un fort vol. in-8°. Georges Carré, éditeur, Paris. — Prix : **10** francs.

L'électricité, notions et applications usuelles, par Aug. Michaut. — Un vol. in-8° écu, illustré. Georges Carré, éditeur, Paris. — Prix : **7 fr. 50.**

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 8. N° 498. Samedi 26 Décembre 1891.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Industries** : Les usines de ciment Millot et Cie. Etude géologique et industrielle, p. 121 ; Henri Mamy. — **Constructions civiles** : Comble de la Nouvelle gare de Pennsylvania Railroad, à Jersey City (*planche IX*), p. 126 ; G. Richou. — **Métallurgie** : La question des soufflures dans les moulages d'acier, p. 126 ; E. de Billy. — **Variétés** : Canal de Panama, p. 129 ; F. Desquiens. — **Etudes économiques** : De la responsabilité et de la faute lourde en matière d'accidents du travail, p. 130 ; S. Périssé ; — Intervention des caisses d'épargne dans la construction d'habitations ouvrières, p. 131 ; E. Cacheux. — **Hygiène** : L'assainissement de Marseille, p. 132. — **Statistique** : L'album de statistique graphique de 1890-1891, p. 134. — **Informations** : Réorganisation de la Manufacture de Sèvres. Rapport au Président de la République française et décret, p. 137 ; — Appareil de photographie automatique de M. Enjalbert, p. 138 ; G. Mareschal ; — Utilisation du chlorure de calcium dans les canalisations de gaz, p. 139 ; — Eclairage électrique de l'Exposition de Chicago en 1893, p. 139 ; — Canalisation en papier durci, p. 139.
Sociétés savantes et industrielles. — Société internationale des électriciens, novembre 1891, p. 140 ; Alsa. — Société de géographie de Paris, p. 140 ; Guill. Depping.
Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 140.

Planche IX : Dépôt de Jersey City.

INDUSTRIES

LES USINES DE CIMENT MILLOT ET Cie

Étude géologique et industrielle.

On remarquait à l'Exposition universelle de Paris 1889, dans le pavillon de l'Union Céramique, un grand fossile de 7 mètres de long ; c'était un ichthyosaure gigantesque, provenant des carrières à ciment de MM. Millot et Cie.

Autour du grand saurien, de nombreuses plaques schisteuses de même provenance portaient l'empreinte admirablement conservée de poissons fossiles d'espèces déjà connues et de beaucoup d'autres encore inédites.

Ces documents scientifiques d'un haut intérêt disparurent avec l'Exposition, et on les aurait sans doute oubliés dans le souvenir de toutes les merveilles entrevues, si une communication récente faite à l'Institut par le savant académicien paléontologue, M. Albert Gaudry, n'était venue remettre en lumière la découverte du grand saurien liasique.

C'est grâce aux recherches de M. L. Millot, nous apprend M. Gaudry, que le Muséum possède aujourd'hui le plus grand ichthyosaure qui ait été jusqu'ici rencontré en France. La longueur totale atteint 7 mètres ; l'évaluation des parties manquantes la porte à 8 mètres ; la tête (1m 57) devait atteindre, en y ajoutant la partie antérieure qui a été brisée, 1m 80 à 2 mètres.

Ce fossile a été trouvé dans les carrières de l'usine de Sainte-Colombe (Yonne).

Les géologues qui l'ont découvert se sont empressés, après l'Exposition, d'en faire don au Muséum d'histoire naturelle.

On peut voir, dans la galerie du grand Elephas Meridionalis (cour de la Baleine), cette tête de l'énorme saurien fossile que M. Barbier a fort adroitement débarrassée de sa gangue. Ecrasée du côté droit, elle est bien conservée du côté gauche. L'œil, garni de ses plaques sclérotiques, est relativement petit ; il n'a que 0m 024 de diamètre. Le museau est fort allongé. Les dents, à section ronde et à racine non épaissie, étaient au nombre d'environ 80 de chaque côté ; les cannelures sont fortes sur la racine et s'atténuent sur la couronne.

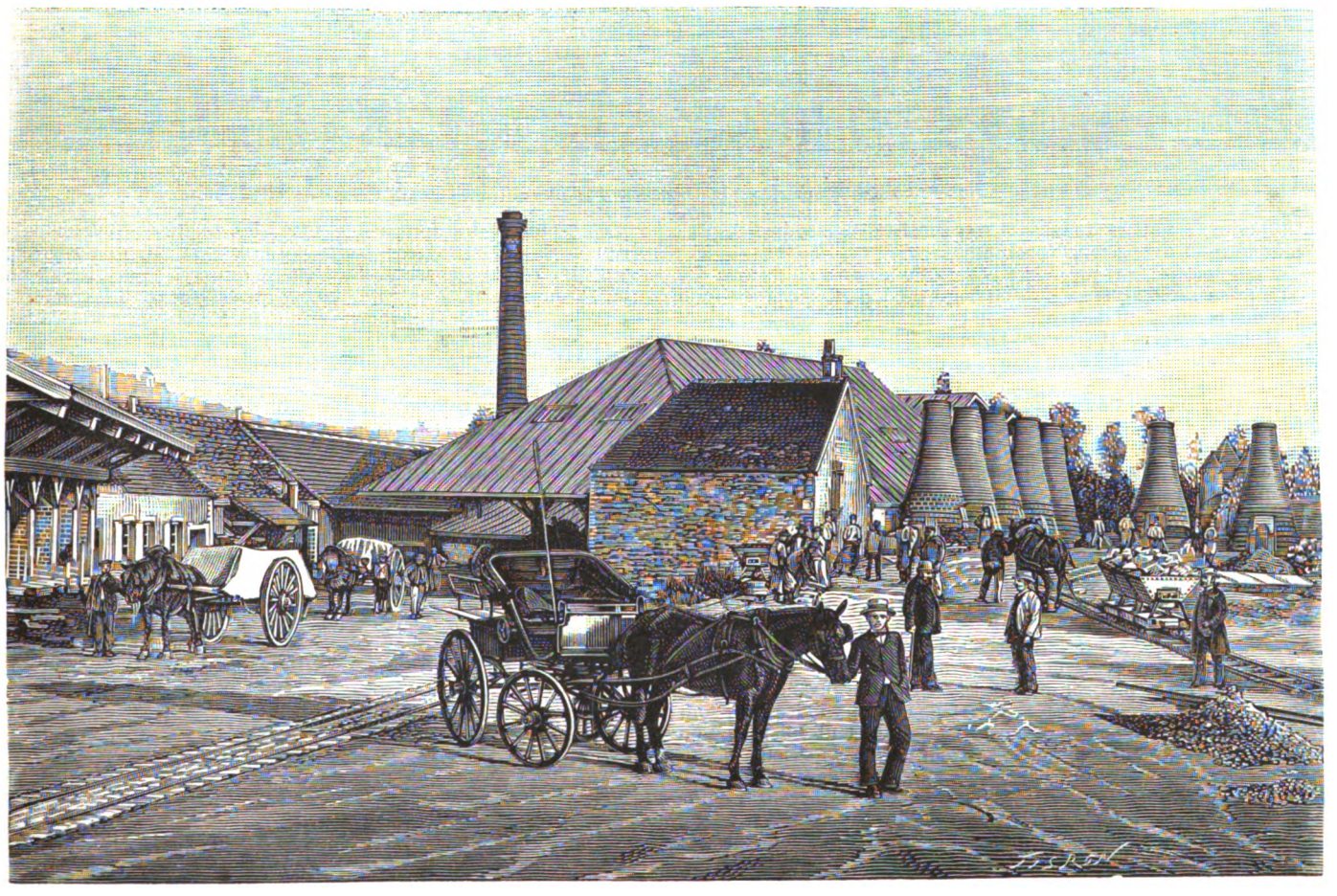


Fig. 1. — Les usines de ciment Millot et Cie. Vue d'une partie de la cour intérieure de l'usine de Marzy.

80 vertèbres sont conservées ; elles occupent une longueur de 4m 40. Elles sont rondes, moins plates que dans la plupart des espèces d'ichthyosaures ; dans les régions abdominales et caudales, elles sont remarquablement évidées au pourtour.

Les membres de devant et de derrière ont été trouvés adhérents à la colonne vertébrale, mais leurs os manquent en partie et sont, pour la plupart, disjoints. Les deux coracoïdes sont restés en connexion ; ils ont une échancrure sur le bord antérieur. L'humérus est court, très élargi dans le bas ; le radius a une échancrure.

Ce fossile ne ressemble pas aux variétés d'ichthyosaures connues jusqu'ici ; il semble constituer une variété nouvelle à laquelle M. Albert

Digitized by Google

Gaudry a proposé de donner le nom d'Ichthyosaurus Burgundiæ, sous réserve d'une comparaison ultérieure avec les fossiles de même espèce des collections du Wurtemberg et du British Museum.

La pierre ou plutôt les ossements pétrifiés de ce fossile sont pétris de coquilles : des morceaux d'ammonites se voient même entre ses dents, comme si l'ichthyosaure était en train de les manger quand la mort l'a surpris (1).

Une autre tête, également fort belle, et plusieurs fragments d'ichthyosaures plus petits ont été découverts aussi par M. L. Millot dans les carrières à ciment, dépendant de l'usine de Sainte-Colombe, ainsi que de belles empreintes de poissons sauroïdes, dont M. Sauvage, le savant directeur de la station scientifique de Boulogne-sur-Mer, a donné, dans le *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*, 1891, une intéressante description.

La même collection renferme plusieurs échantillons de céphalopodes : bélemnites, geotheuthis, belotheuthis, sur lesquels M. L. Millot a fait, dans la *Société d'Histoire naturelle d'Autun*, en 1891, une étude d'autant plus attachante que les échantillons qui en sont l'objet sont d'une dimension rare et d'une conservation absolument remarquable.

C'est dans leurs propres carrières, et en étudiant les gisements au point de vue industriel, que MM. Millot ont fait les trouvailles intéressantes que nous venons de citer et qui constituent une très importante contribution à la science géologique.

Nous y ajouterons quelques détails techniques sur l'industrie des ciments à prise rapide qui en a été le point de départ et qui a atteint un degré de progrès et de perfection remarquable dans les usines de MM. Millot, à Marzy et à Sainte-Colombe.

Marzy et Sainte-Colombe sont situés, le premier à deux kilomètres, le second à cinq kilomètres du chef-lieu de canton de l'Isle-sur-le-Serein (Yonne). Du haut de la montagne, sur le flanc de laquelle est bâti l'Isle-sur-le-Serein, le touriste jouit du plus beau point de vue de ces contrées, qui constituent la partie du département de l'Yonne que l'on appelle l'Avalonnais. Au premier plan, le Serein coule au milieu d'une plaine fertile, qui s'étend à plus de 15 lieues et à l'extrémité de laquelle se profilent les montagnes du Morvan. C'est dans cette plaine que se trouvent les usines de la maison Millot.

L'exploitation des usines de Marzy et de Sainte-Colombe est située en plein terrain jurassique au milieu des couches du lias supérieur. A ce propos, disons quelques mots du terrain jurassique et de la place qu'il occupe dans le département de l'Yonne.

Le terrain jurassique, qui fait suite au terrain du trias, est un grand dépôt presque exclusivement de formation marine. Il comprend l'ensemble des assises qui composent la chaîne du Jura et la série oolithique d'Angleterre. Ce terrain se partage en deux étages qui sont l'étage du lias et l'étage oolithique, celui-ci se divisant lui-même en oolithique inférieur, oolithique moyen et oolithique supérieur.

Si nous envisageons plus particulièrement le département de l'Yonne, le terrain jurassique y est très développé ; il y forme une zone dirigée du nord-est au sud-ouest et occupant à peu près les deux cinquièmes de la surface totale du département. Cette zone se trouve comprise, d'une part, entre la limite du département de la Côte-d'Or, la ligne séparative des terrains primitifs du Morvan passant par Sainte-Magnance, Magny, Avallon, Pontaubert dans la vallée du Cousin, Pierre-Perthuis dans celle de la Cure, Domecy-sur-Cure, et la limite du département de la Nièvre.

La ligne extrême sur laquelle on aperçoit les derniers prolongements du terrain jurassique vers le nord-nord-ouest, passe par Flogny, dans la vallée de l'Armançon, Ligny dans celle du Serein, Montigny, Auxerre dans la vallée de l'Yonne, Escamps, Leugny-sur-l'Ouanne, Fontenoy, Sainte-Colombe en Puisaye et Treigny. Mais sur les plateaux la limite reste en deçà, parce que l'étage crétacé inférieur dépasse la ligne extrême de 5 à 10 kilomètres.

C'est dans ce terrain jurassique que se trouvaient les célèbres gisements de Vassy (Yonne), aujourd'hui épuisés, qui fournissaient le ciment de ce nom. Mais ces bancs se continuent à 12 kilomètres de là, avec toute leur pureté physique et chimique, dans le canton de l'Isle-sur-Serein. C'est là, à la base des terrains du lias supérieur, que se trouvent les couches d'un calcaire marneux bleuâtre servant à la fabrication du ciment à prise rapide, qui s'extrait uniquement de ces carrières. MM. Millot et Cie ont établi en ces points leurs grandes exploitations, aux villages de Sainte-Colombe et de Marzy, où se trouvent leurs deux usines.

Fossiles des carrières de Sainte-Colombe. — Ces terrains sont riches en fossiles, surtout en ammonites et belemnites. C'est la zone des grands reptiles, de l'ichtyosaure, de son rival le plésiosaure et du saurien volant, le ptérodactyle.

C'est là qu'a été découvert, par M. Lucien Millot, le bel ichthyosaure cité plus haut. Mais, en dehors de ce remarquable specimen d'une faune disparue, on a trouvé dans les carrières à ciment de Sainte-Colombe un très grand nombre d'ammonites, et parmi elles cette *Harpoceras serpentinum*, si caractéristique du lias supérieur. On y a rencontré également des mâchoires de téléosauriens, de nombreux mollusques et particulièrement des céphalopodes dibranches.

Le nom de céphalopodes vient de ce que ces mollusques possèdent plusieurs bras groupés circulairement au-dessus de la tête et autour de la bouche. Les bras sont garnis de ventouses ou sont tentaculiformes.

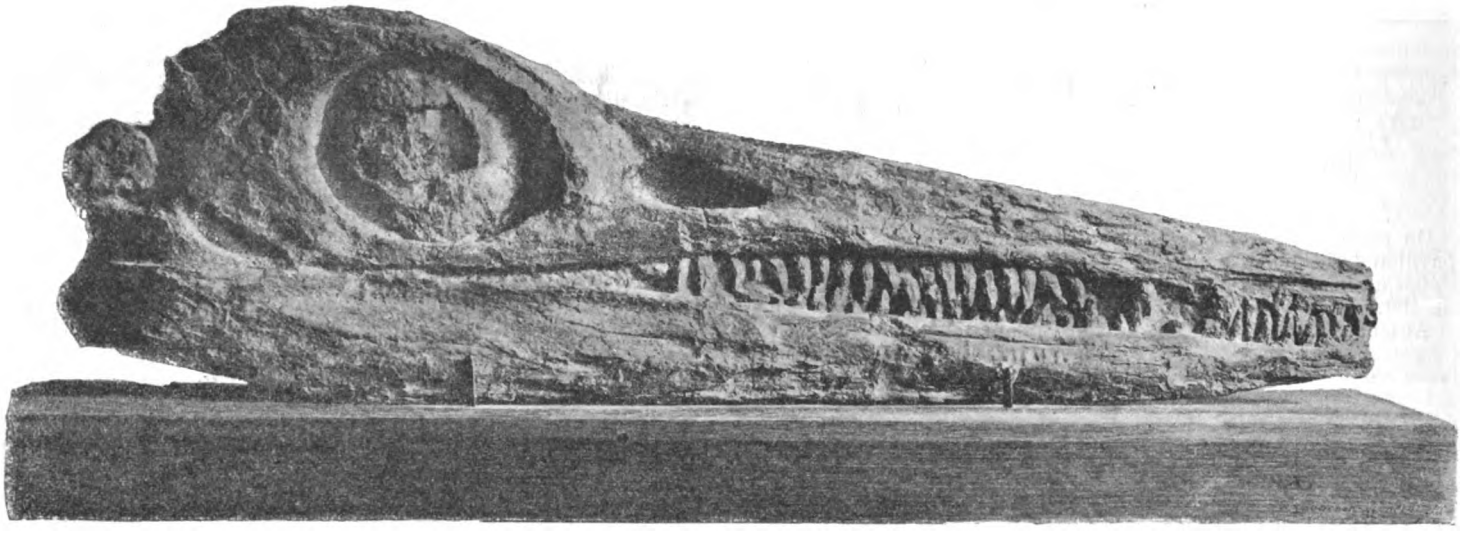


FIG. 2. — Tête du grand ichthyosaure découverte par M. Lucien Millot dans les carrières à ciment de Sainte-Colombe (Yonne).

Les céphalopodes dibranches sont des mollusques à corps cylindrique, allongé, sacciforme. Ils portent à la partie postérieure du corps une cavité appelée poche à encre, qui secrète un liquide noirâtre que l'animal peut, à volonté, lancer au dehors par un conduit aboutissant près de l'anus, pour noircir l'eau et échapper ainsi à la poursuite de ses ennemis.

Ce sont les genres *Geoteuthis* et *Beloteuthis* qui ont été rencontrés à Sainte-Colombe.

Les échantillons de geoteuthis sont d'une belle conservation. L'un d'eux est de dimension remarquable et porte avec lui les restes du contenu de sa poche à encre. M. Millot s'est assuré que cette matière est en partie soluble dans l'alcool et donne une couleur brun foncé, la sépia.

Les carrières de Sainte-Colombe ont également donné de beaux échantillons de beloteuthis, où les caractères de ce fossile sont nettement accusés : coquille foliacée, large et arrondie en arrière, rétréci

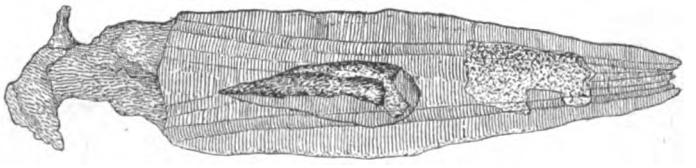


FIG. 3. — Geoteuthis Bollensis. Zieten.

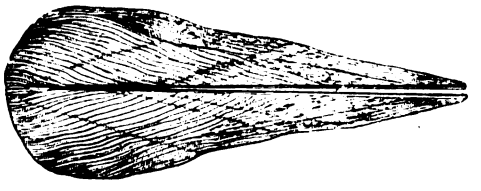


FIG. 4. — Beloteuthis Schubleri. Quenstedt.

en avant, à forte quille médiane. Outre les larges parties latérales, marquées de stries longitudinales obliques, il y a encore d'étroits appendices latéraux aliformes, limités à la partie postérieure et séparés des parties latérales principales par un sillon ou une côte.

En outre de ces mollusques, on trouve à la base du lias supérieur une couche remarquable par la présence constante de petits poissons sauroïdes. Cette couche, qui se rencontre à Sainte-Colombe, a fourni dans ces carrières de nombreux poissons, recueillis par M. L. Millot et qui ont été étudiés par M. le Dr Sauvage. Ils se rapportent principalement aux genres *Caturus*, *Ptycholepis* et *Pachycormus* ; le nombre des espèces recueillies est assez considérable. La

(1) GAUDRY, communication à l'Académie des Sciences 1891.

Digitized by Google

présence à Sainte-Colombe du *Leptolepis affinis* permet de placer sur un même horizon le calcaire à ciment de l'Yonne et les schistes qui se trouvent à la base du lias supérieur de la Lozère, des environs d'Autun et, par suite, les couches similaires du Wurtemberg.

Le *Caturus*, dont la figure ci-jointe (fig. 5) reproduit l'aspect général, présente, d'après M. le Dr Sauvage, les caractères suivants :

Poisson de forme ovalaire, régulière. Une seule dorsale courte, opposée ou presque opposée aux ventrales, qui sont généralement à égale distance des pectorales et de l'anale, ses nageoires étant peu développées. Caudale grande, équilobe, largement échancrée; premier rayon garni de fulcres. Ecailles très minces, petites, brillantes; ligne latérale composée d'écailles petites, entières, munies d'un tube dans toute leur longueur;

Bouche largement fendue, armée de dents fortes et pointues. Maxillaire portant des dents dans toute sa longueur et formant la plus

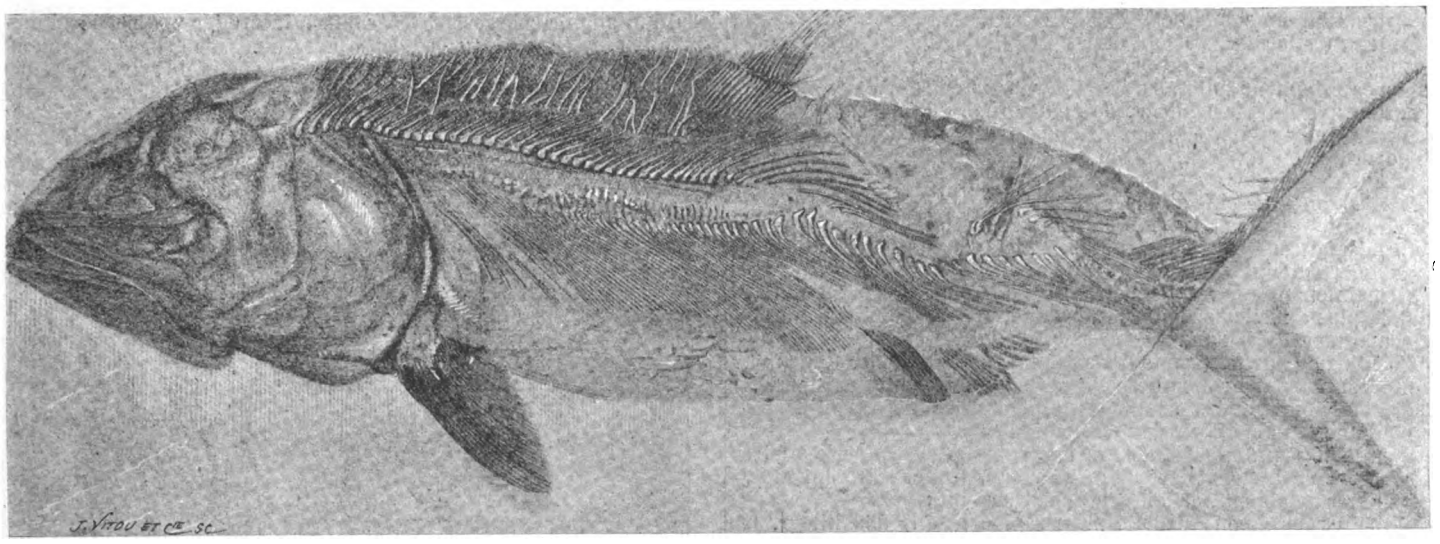


Fig. 5. — Le Caturus, poisson sauroïde, découvert M. L. Millot dans les carrières à ciment de Sainte-Colombe (Yonne).

grande partie de la mâchoire; intermaxillaire court, continué directement par le maxillaire. Une large pièce osseuse au-dessus de l'opercule; pas d'interopercules. Rayons branchiostèges nombreux; pas de plaque gulaire;

Colonne vertébrale se relevant fortement dans le lobe supérieur de la caudale, non ossifié à son centre, les hœmapophyses et les neurapophyses étant seules ossifiées.

Le genre *Caturus* est particulier aux terrains jurassiques et se trouve surtout abondamment vers les parties supérieures de cette formation.

Carrières à ciment. — Pour donner une idée de la nature des couches argilo-calcaires que l'on rencontre dans les carrières de Sainte-Colombe, nous reproduisons ici, avec la coupe d'une des carrières (fig. 6), le tableau de l'analyse de ses différents bancs :

Tableau de l'analyse des bancs de la carrière Champroujean.

Numéros de la coupe	Indication des bancs	Silice	Alumine	Peroxyde de fer	Carbonate de chaux	Matières non dosées, sulfures, matières organiques	Totaux
XIV	Rayon supérieur.	175	67	28	680	50	1000
XIII	Rayon moyen.	145	64	26	735	30	1000
XII	Rayon inférieur.	225	90	40	568	77	1000
XI	Schiste.	225	81	39	478	177	1000
X	Gros banc : bc œil de perdrix.	180	51	49	635	85	1000
IX	Gros banc : dalle blanche. . .	190	78	32	570	130	1000
VIII	Gros banc : banc intermédiaire	175	50	30	650	95	1000
VII	Gros banc : dalle rouge . . .	150	68	32	598	152	1000
VI	Gros banc : banc fleureté. . .	165	48	42	673	72	1000
V	Dalle.	310	106	64	360	160	1000
IV	Banc de chaux	200	62	48	598	92	1000
III	Dalle.	380	115	65	290	150	1000
II	Dalle.	290	92	43	415	160	1000
I	Blanc noir.	190	72	33	610	95	1000

Nous reproduisons ci-dessous le tableau des résultats d'analyses comparatives du ciment Millot avec les chaux hydrauliques et les Portland.

Analyses comparatives de ciments.

Désignation des compositions	École nationale des Ponts et Chaussées Ciment Millot		Ouvrage de M. Candlot	
	Prise rapide	Prise atténuée	Chaux	Portland
Sable siliceux.	1,15	0,40	0,30	0,70
Silice combinée. . . .	22,95	26,95	21,60	24,25
Alumine.	10,00	12,00	2,00	5,20
Peroxyde de fer . . .	5,55	5,35	1,25	2,30
Chaux.	50,60	49,85	65,80	63,61
Magnésie.	0,90	0,05	0,35	0,79
Acide sulfurique . . .	3,80	2,40	0,15	0,68
Perte au feu.	5,05	2,55	8,55	2,40
Produits non dosés. .	»	0,45	»	0,07
	100,00	100,00	100,00	100,00

Il est à remarquer que le ciment Millot comporte moins de chaux que la plupart des ciments analogues, ce qui lui donne sur eux un avantage incontestable.

Propriétés du ciment Millot. — Le ciment Millot est un ciment à prise rapide, dont la prise peut être atténuée sans changer la composition chimique du produit. Il pèse 850 kilogr. le mètre cube.

Les deux adversaires principaux contre lesquels il a à lutter sont les chaux hydrauliques et les ciments de Portland.

Pour pouvoir comparer ces produits entre eux, il faut d'abord se rendre compte des conditions auxquelles doit satisfaire un bon mortier. Il doit remplir plusieurs buts :

1° Il doit être plastique ou gras, afin de bien caler les matériaux les uns sur les autres en se moulant exactement sur leurs aspérités ou dans leurs vides ;

2° Les vides du sable doivent être parfaitement remplis par la chaux ou le ciment, afin d'empêcher le mieux possible l'air et l'eau de pénétrer à travers les murs ;

3° Il doit devenir dur aussi promptement que la maçonnerie s'élève, afin de supporter la charge de la construction.

Tout constructeur doit chercher à atteindre ce résultat le plus économiquement possible.

Voici ce que dit à ce sujet une notice technique récemment publiée :

« Le premier but (obtenir un mortier gras qui se moule bien sur les aspérités) et le second (obtenir un mortier aussi étanche que possible) sont atteints de la même façon. En effet, il suffit d'ajouter à 100 volumes de sable 40 volumes de chaux hydraulique ou de ciment pour remplir bien complètement les vides que les grains de sable laissent entre eux.

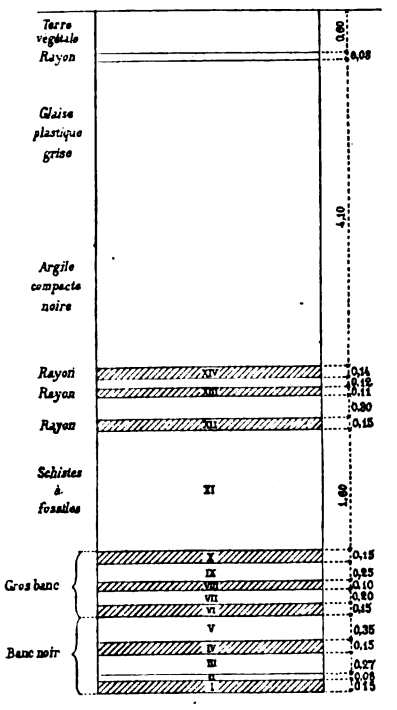


Fig. 6. — Coupe de la carrière de Champroujean.

» Le troisième (supporter la charge) est atteint en mélangeant au sable des proportions de chaux qui diffèrent suivant les cas et suivant la qualité des matériaux.

» La pression sur les joints de maçonnerie dans les ouvrages d'art les plus hardis ne dépasse pas 7 kilogr. par centimètre carré. Nous pouvons admettre pour les ouvrages courants, ponts, égouts, tunnels, maisons, palais, une moyenne de 4 kilogr. par centimètre carré.

» Il est reconnu par tous les constructeurs qu'il faut mélanger 50 litres de chaux hydraulique ordinaire à 100 litres de sable pour obtenir un mortier résistant *au bout d'un mois* à la pression de 4 kilogr. par centimètre carré.

» Il suffit de mélanger 33 litres de Portland à 100 litres de sable pour obtenir la même résistance *au bout de cinq jours*.

» Il faut enfin mélanger 40 litres de ciment Millot à 100 litres de sable pour avoir le même résultat, mais en *quarante-huit heures*.

» Le mortier de chaux et le mortier de ciment Millot remplissent la condition de plasticité exigée; mais le mortier de Portland, qui est trop maigre, ne la remplit pas. Il faut donc l'écarter et considérer à son lieu et place un mortier composé de 40 litres de Portland contre 100 litres de sable.

Digitized by Google

» Maintenant que nous avons fait choix des trois mortiers doués des qualités de résistance et de plasticité désirables, étudions-les sous le rapport du prix de revient.

» Les prix des sables, de la main-d'œuvre et des frais généraux sont les mêmes pour tous. Il suffit par conséquent de comparer entre eux les prix des chaux, Portland et ciment Millot qui entrent dans 1 mètre de mortier, soit :

» 500 litres de chaux, pesant 600 kilogr. le mètre cube, d'une part ;

» 400 litres de Portland, pesant 1 300 kilogr. le mètre cube, d'autre part ;

» 400 litres de ciment Millot, pesant 850 kilogr. le mètre cube, de troisième part.

» Faisant les calculs, nous trouvons que, pour que les trois mortiers coûtent le même prix, les 1 000 kilogr. de ciment Millot doivent coûter un peu moins que les 1 000 kilogr. de chaux, et les 1 000 kilogr. de Portland ne doivent pas coûter plus que les deux tiers du prix du ciment Millot.

» En d'autres termes, partout où les 1 000 kilogr. de Portland coûteront plus des deux tiers du prix du ciment Millot, il sera préférable d'employer le ciment Millot, parce qu'il y aura une énorme économie.

» Partout où les 1 000 kilogr. de chaux hydraulique coûteront le même prix que les 1 000 kilogr. de ciment Millot, il sera préférable d'employer le ciment Millot, qui offre une plus grande résistance pour la même dépense.

» Mais si on a besoin d'une résistance immédiate suffisante, il faudra, quelle que soit la différence des prix, employer le ciment Millot, puisque celui-ci atteint en deux heures la solidité que la chaux hydraulique n'atteint pas même en un mois.

» Si maintenant on vient objecter que le ciment à prise rapide s'emploie plus difficilement que le Portland, nous répondrons en faisant remarquer qu'à Paris il en est gâché tous les jours près de 100 000 kilogr. pour de grands travaux, et sans la moindre difficulté. Enfin, en supposant même que cette prétendue difficulté existe réellement, l'économie et les avantages qu'il procure ne valent-ils pas qu'on prenne la peine d'un peu d'attention?

» Ayez seulement, en effet, 100 mètres cubes de maçonnerie à faire qui exigeront 45 mètres cubes de mortier dans lequel entreront 40 % ou 18 mètres de ciment, et faites le calcul suivant :

» 18 mètres de ciment Millot à prise rapide pesant 850 kilogr. le mètre représentent 15 300 kilogr.

» 18 mètres de Portland pesant 1 300 kilogr. le mètre représentent 23 400 kilogr. de Portland.

» Or, supposons que le ciment à prise rapide vaille 30 francs et le le Portland 50 francs les 1 000 kilogr. en sacs. Les 15 300 kilogr. de ciment à prise rapide coûteraient donc 459 francs et les 23 400 kilogr. de Portland, 1 170 francs. C'est une différence de 721 francs pour 100 mètres de maçonnerie ou 7 fr. 21 par mètre.

» Un calcul analogue permet de prouver que le mètre carré d'enduit de 0 02 d'épaisseur coûte en Vassy 0 fr. 40 de moins que s'il était en Portland.

» De telles économies valent bien la peine d'exiger un peu d'attention de la part des ouvriers? »

Mais là où l'emploi du ciment dont nous parlons devient du plus haut intérêt, c'est dans les travaux à la mer. Les Ingénieurs savent tous que dans les emplois à la mer le ciment de Portland a donné lieu à de nombreux mécomptes. En effet, il est tellement désagrégé par les sels magnésiens que contient l'eau de mer, et les accidents produits par ces désagrégations ont été si graves, qu'en France et à l'étranger on s'en est ému. C'est alors que l'attention des savants professeurs de l'école des Ponts et Chaussées, MM. Durand-Claye et Debray, s'est portée sur les ciments à prise rapide, notamment ceux fabriqués par MM. Millot et Cie.

Il est démontré aujourd'hui par les expériences faites par MM. Durand-Claye et Debray au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées ; par l'essai fait à Cherbourg sous les ordres de M. l'Ingénieur Minard, avec un bloc artificiel confectionné en ciment Millot, qui à l'heure actuelle, bien qu'il soit placé dans une des parties les plus exposées de la jetée, est encore en parfait état de conservation sans trace de désagrégations ni d'aucune fissure ; par la conservation parfaite d'emplois de ciments à prise rapide exécutés à Dieppe il y a plus de 50 ans ; il paraît démontré que le ciment à prise rapide n'offre pour ainsi dire aucune prise à l'action désagrégeante de l'eau de mer, et peut, par conséquent, rendre dans les travaux à la mer d'immenses services, surtout depuis que l'on est parvenu, en ralentissant la prise sans changer la composition chimique du produit, à en rendre l'emploi aussi facile sur les grands chantiers que celui du Portland.

En gâchant ce ciment, il ne faut jamais le noyer d'eau ; il doit être mélangé avec du sable siliceux, absolument propre et pas longtemps avant le gâchage.

MM. Millot conseillent d'exclure de la pratique les dosages trop considérables en sable, qui produisent des mortiers spongieux, susceptibles de tassement et de perméabilité ; cette mesure doit surtout être appliquée dans les travaux à la mer et les égouts.

A Paris, dans les égouts, le mortier pour maçonnerie se dose par 2 volumes de ciment pour 5 de sable ; pour les enduits, 1 de ciment contre 1 de sable.

Pour les conduites d'eau, la maçonnerie est faite de 1 de ciment et de 1 de sable ; l'enduit est toujours de 1 pour 1.

Pour les travaux à la mer, MM. Millot ont adopté un mortier composé de 2 volumes de sable pour 1 volume de ciment, et ils mélangent 2 volumes de ce mortier à 3 volumes de cailloux.

Les Usines. — Les usines de MM. Millot et Cie forment deux hameaux, dont l'un dépend de la commune de Sainte-Colombe, l'autre de la commune d'Angely, canton de l'Isle-sur-le-Serein, arrondissement d'Avallon (Yonne). Elles sont distantes l'une de l'autre d'environ 4 kilomètres, et c'est dans l'espace qui les sépare que se trouvent les carrières où l'on a rencontré les remarquables fossiles dont nous avons donné plus haut la description sommaire.

L'usine de Marzy, à deux kilomètres de l'Isle-sur-le-Serein, est l'origine de la Maison. Ce n'était autrefois qu'un petit moulin à blé situé sur le cours du Serein et dépendant d'un domaine seigneurial, aujourd'hui morcelé, dont les donjons s'aperçoivent encore non loin de là. Sous l'active et intelligente impulsion de M. B. Millot, ce petit moulin s'est transformé en une puissante usine à ciment, actionnée par une force motrice considérable et pouvant fabriquer 150 000 kilogrammes de ciment par jour. L'usine de Marzy est le type de l'usine moderne, dont tous les éléments sont groupés de telle sorte qu'avec un nombre d'ouvriers relativement restreint, on peut obtenir un rendement considérable. Une machine Sulzer et une turbine sur le Serein produisent la force motrice nécessaire. Batteries de fours à feu continu, monte-charges, caves souterraines où reposent de grandes quantités de ciment, écuries, halle avec quais de débarquement, ateliers pour la fabrication des fûts, forge et atelier de réparation, magasins divers, chemin de fer Decauville reliant les différentes parties de l'usine, forment un tout très intelligemment disposé.

La pièce principale de l'outillage de cette usine mérite une description sommaire ; c'est l'appareil à broyage ou *meuleton*. Ce meuleton (fig. 7) se compose de 4 meules dont trois inclinées à 80°, la quatrième étant verticale, placées en croix sur un même axe et roulant sur une

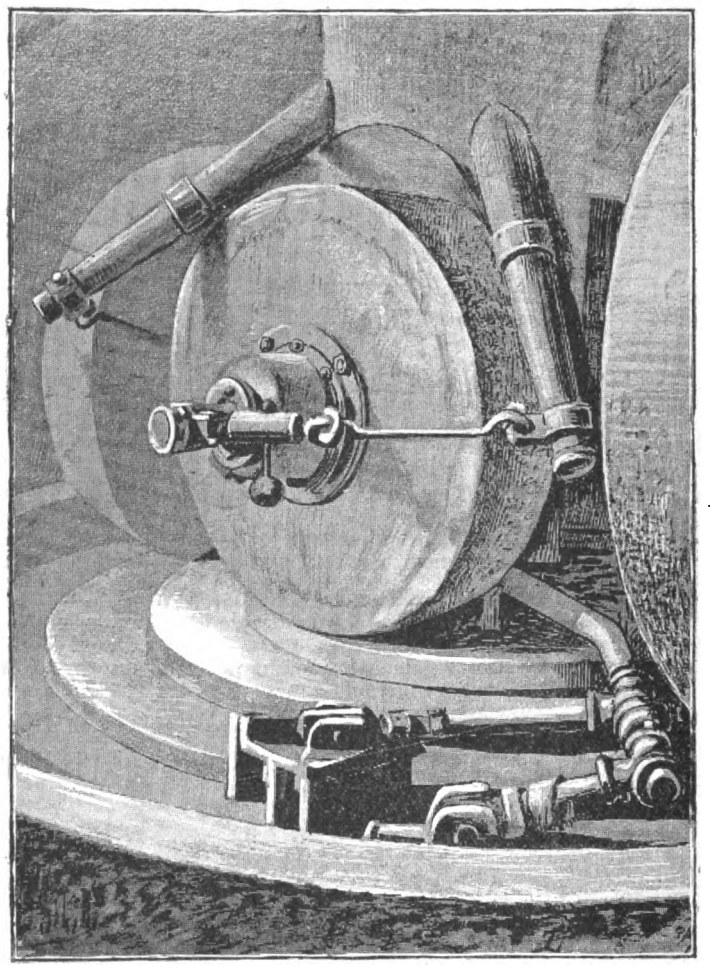


Fig. 7. — Appareil de broyage ou meuleton de l'usine à ciment de Marzy.

plaque de fonte qui présente 4 gradins. Chaque meule tourne sur un des gradins. La première dégrossit les matériaux qui lui sont livrés ; la deuxième les broie un peu plus complètement ; la troisième les réduit à l'état de poudre encore grenue ; la quatrième, enfin, les raffine. Les poussières tombent alors dans une chaîne à godets qui les conduit aux bluteries.

L'usine de Marzy est desservie par deux gares, appartenant au réseau P.-L.-M. et situées, l'une à 2 kilomètres, l'autre à 1 kilomètre de l'usine.

A l'une de ces gares, l'Isle-Angely, aboutissent deux lignes, la ligne d'Avallon à Nuits-sous-Ravières et la petite ligne d'intérêt local de l'Isle à Laroche, qui relie Marzy au port fluvial de Laroche, sur le canal de Bourgogne.

C'est de Laroche que l'on expédie au Havre, par bateaux de 2 à 300 tonnes, les barils de ciment destinés à l'exportation.

C'est à l'usine de Marzy que MM. Millot se sont livrés à leurs patientes recherches expérimentales sur la prise des ciments, recherches qui leur ont permis de *donner aux ciments la rapidité ou la lenteur de prise* qu'ils désirent obtenir.

L'usine de Sainte-Colombe, un peu moins importante que celle de Marzy, a été créée au moment de la mise en adjudication de la conduite d'amenée des eaux de la Vanne à Paris. L'importance beaucoup plus faible qu'aujourd'hui de l'usine de Marzy, la seule que possédait alors M. Millot, ne lui permettant pas de satisfaire aux exi-

Digitized by Google

gences des travaux, il construisit en six mois une seconde usine, celle de Sainte-Colombe.

Elle est située à 5 kilomètres de l'Isle-sur-le-Serein et desservie aussi par deux lignes de chemin de fer appartenant, l'une au P.-L.-M., et l'autre au chemin de fer d'intérêt local, qui la relie également au canal de Bourgogne. Les carrières qui l'alimentent sont situées à quelques centaines de mètres de là, et reliées à l'usine par un petit chemin de fer Decauville.

Les carrières sont au nombre de neuf; elles s'étendent entre Sainte-Colombe et le hameau de Buisson. Leur profondeur moyenne est de 5 mètres; elles sont exploitées à ciel ouvert.

Travaux exécutés en ciment Millot. — Depuis trente ans, le ciment Millot est employé d'une manière générale dans la construction et la réparation des *égouts de Paris*, qui en consomment en moyenne 30 000 kilogrammes par jour, et sa qualité a été attestée par de nombreux certificats des Ingénieurs de la Ville.

Lors de l'Exposition universelle, un certain nombre de travaux y ont été exécutés avec ce ciment; nous citerons particulièrement l'enrochement de trois piles de la Tour Eiffel, les rochers de la fontaine monumentale, les rochers et la rivière du Pavillon des Forêts, les rochers des Colonies anglaises.

Récompenses obtenues. — A l'Exposition de Nevers, en 1887, la maison Millot et Cie obtenait un diplôme d'honneur. A l'Exposition universelle de 1889 (Pavillon de l'Union Céramique, exposition collective), elle obtenait un Grand Prix.

Résumé. — En terminant cette étude, nous la résumerons sommairement dans les conclusions suivantes :

Les matériaux qui servent à la fabrication des ciments dont nous venons de parler semblent spécialement caractérisés par la présence de fossiles antédiluviens susnommés.

Le ciment Millot, à prise rapide, s'il ne donne pas au début des résistances aussi grandes que le Portland, a l'avantage que son durcissement va croissant pendant des années, sans jamais s'arrêter.

Dans toutes les constructions où l'on doit aller vite, l'emploi de ce ciment est tout indiqué, en raison de la prise rapide. Les constructions d'égouts, les maçonneries de fondations exécutées en briques constituent son domaine incontesté. Son poids spécifique lui donne un avantage économique sur les autres ciments et sa résistance permet de réduire les épaisseurs des maçonneries.

Ces mêmes qualités le rendent très propre à hourder les maçonneries de petits matériaux, comme le sable, le gravier, les galets, les cailloux, les moellons, les briques. On en fait des murs et des voûtes monolithes en béton, qui résistent parfaitement bien.

Son imperméabilité est très grande et c'est là une précieuse qualité qui le fait employer pour les enduits des gazomètres de la Compagnie Parisienne du Gaz. On devra recourir à lui d'une manière générale lorsqu'il s'agira de se garantir de l'eau ou de la conserver. C'est ainsi qu'on fait avec lui des conduites d'eau, des tuyaux, des égouts, des réservoirs, des citernes, des fosses d'aisance, des fosses à fumier et à purin, des abreuvoirs, des auges, des mangeoires, des cuves pour les tanneurs, des caves étanches dans les terrains pleins d'eau. On en fait des enduits intérieurs et extérieurs destinés à garantir les constructions contre la pénétration de l'eau.

Dans un ordre d'idées différent, le ciment Millot rend de grands services dans les constructions hardies, en raison de sa résistance et de sa légèreté. Il ne charge point les maçonneries inutilement et son emploi dans les voûtes en briques permet de réduire sensiblement leur épaisseur. Comme il prend très rapidement, on peut décintrer aussitôt la clef fermée et charger immédiatement la voûte, ce qui procure une économie de temps considérable.

On peut construire avantageusement avec ce ciment les ouvrages que l'on fait ordinairement en pierres de taille moulurées, tels que les moulures extérieures et intérieures des maisons, des ponts, des viaducs et aqueducs.

Dans les travaux à la mer, où l'imperméabilité des mortiers est une des qualités les plus précieuses, le ciment Millot résiste beaucoup mieux que les chaux hydrauliques et même que le ciment de Portland. Des travaux importants exécutés depuis peu avec ce dernier ciment ont été détruits par l'eau de mer, tandis que certains ouvrages à la mer construits en ciment à prise rapide sont encore debout après un demi-siècle. Des expériences faites à Dieppe et au laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées, à Paris, sont venues confirmer ces constatations.

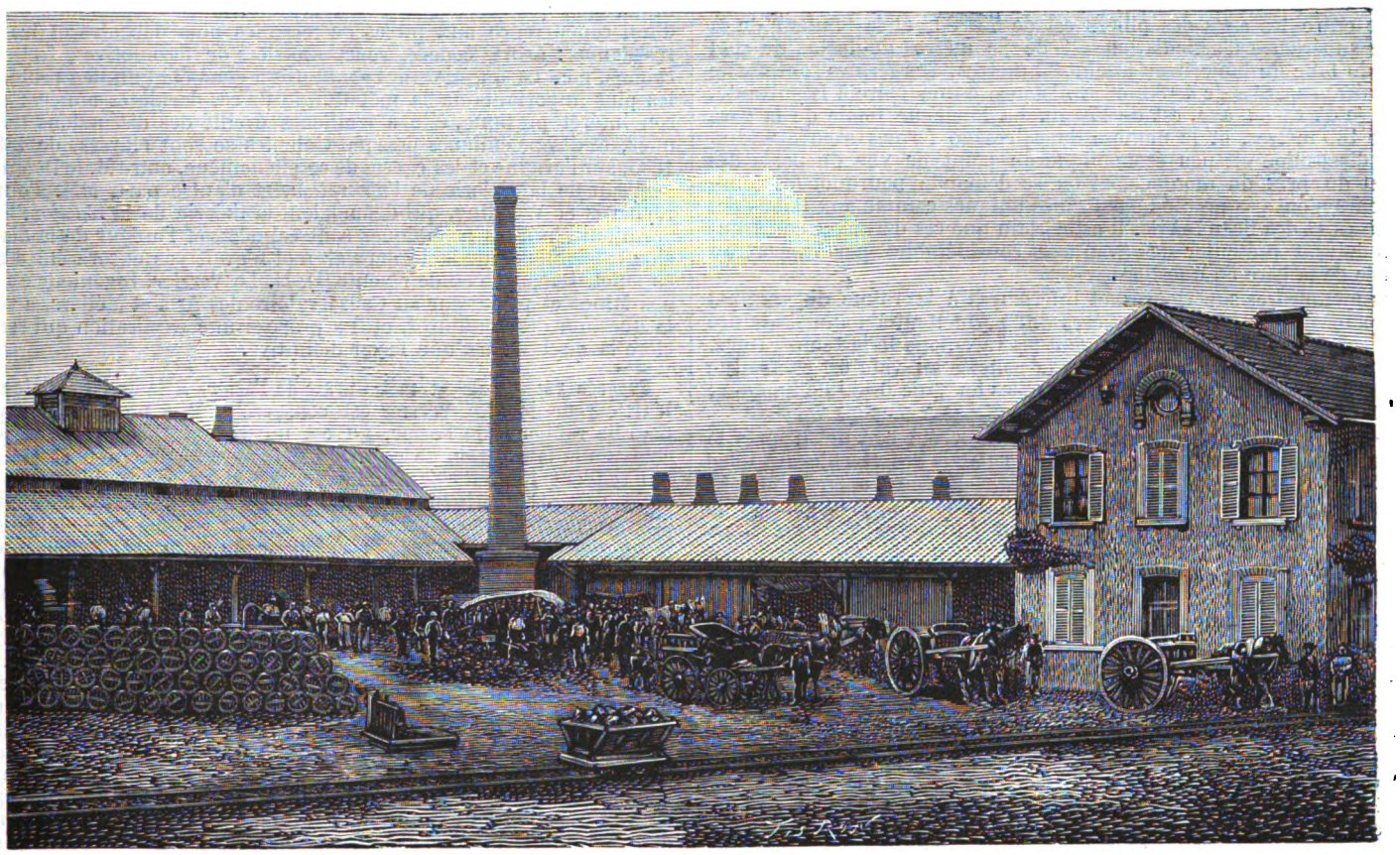


Fig. 8. — Les usines de ciment Millot et Cie. Vue d'une partie de la cour intérieure de l'usine de Sainte-Colombe.

La composition chimique de ces ciments, qui présente un faible dosage de chaux et très peu de magnésie, leur donne une très grande résistance à l'action décomposante de l'eau de mer, ce qui leur constitue, à ce point de vue, un avantage considérable sur les ciments de Portland, et à l'action délayante de l'eau douce, dans laquelle ils deviennent d'une dureté excessive au bout d'un certain temps.

Leur poids spécifique moyen n'est que de 850 kilogrammes au mètre cube, tandis que celui des ciments Portland est de 1 300 à 1 400 kilogrammes, et même parfois davantage.

L'emploi de *dosages de sable exagérés* doit être repoussé pour le ciment Millot, comme pour tous autres, en général, car un excès de sable enlève au mortier les qualités de compacité, d'imperméabilité et d'incompressibilité qu'il doit posséder.

Enfin la crainte que ce ciment ne soit d'un emploi difficile sur les grands chantiers doit être écartée, car ses fabricants ont démontré, lors des emplois de leurs ciments, exécutés pour les travaux du port de Dieppe en 1891, qu'il était tout aussi facile de les gâcher à la machine que les ciments de Portland; ils ont trouvé d'ailleurs le moyen d'atténuer, dans la mesure voulue, la rapidité de prise de leurs ciments.

Henri Mamy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Digitized by Google

CONSTRUCTIONS CIVILES

COMBLE DE LA NOUVELLE GARE DU PENNSYLVANIA RAILROAD à Jersey City

(Planche IX.)

L'emploi des grandes fermes articulées, analogues à celles du Palais des machines de l'Exposition de 1889, tend à se généraliser pour les grandes portées; le comble de la nouvelle gare du Pennsylvania Railroad, à Jersey City, dont la planche ci-jointe (fig. 1) représente l'ossature, a été construit dans ce système, sauf que les pylones latéraux reposent sur une série de huit rouleaux d'acier, au lieu de porter sur une seule rotule. Toutefois, les Ingénieurs américains n'ont pas osé, comme l'a fait M. Contamin, renoncer à l'emploi d'un tirant inférieur reliant entre eux les massifs de fondation des pylones, et en sont demeurés au type de la gare de Saint-Pancrace, à Londres.

La surface couverte est de 77 mètres $\times$ 180 mètres $=$ 13 860 mètres carrés. La poutre a une forme en anse de panier à cinq centres. La portée entre les axes des piliers est de 75^{m} 80, et la hauteur de la rotule supérieure d'articulation est de 25 mètres au-dessus du sol; celle du faîte du lanterneau atteint 33 mètres. Les fermes sont posées par paires espacées de 4^{m} 35, et la distance d'une paire à la suivante, comptée d'axe en axe, est de 17^{m} 40. La longueur totale de la gare est de 180 mètres, et le nombre de paires de fermes s'élève à dix. Cette disposition est peu économique au point de vue du poids des fers et du prix du montage, et on se demande pourquoi les constructeurs n'ont pas procédé par fermes uniques comme aux Palais des Machines et des Beaux-Arts. Il est certain que ces dernières constructions doivent présenter des avantages considérables par rapport au comble de la gare en question.

Les membrures supérieures et inférieures à la rotule du sommet sont pourvues de joints à glissières qui permettent à toute l'ossature de se relever ou de s'abaisser suivant les variations de la température. Comme nous l'avons dit plus haut, la poussée au vide est combattue par un tirant inférieur formé de poutrelles en I de 0^{m} 30 de hauteur; il est ancré sur les massifs de fondation et passe sous les voies.

Le montage de cette énorme charpente a été exécuté d'après le même principe que celui de la partie du Palais des Machines confiée à la Société des anciens ateliers Cail, c'est-à-dire en n'opérant que sur des pièces de poids relativement faible, à l'aide d'un pont général de de service porté par des trucs circulant sur des voies ferrées. La figure 4, exécutée d'après une photographie, donne une vue de cet appareil. Il consiste en un échafaudage en bois, de 24 mètres de hauteur, 70^{m} 50 de longueur et 18 mètres de largeur, reposant sur douze plates-formes à marchandises disposées deux à deux l'une derrière l'autre.

Le cube des bois de charpente employés s'élève à 3 000 mètres cubes et l'ensemble pèse 140 tonnes ; chaque plate-forme supporte donc une charge d'environ 12 tonnes, sans compter le poids des fermes en cours de montage et la composante verticale due à la pression du vent.

L'ensemble est constitué par cinq pylones; chacun d'eux repose sur une semelle de 0^{m} 30 $\times$ 0^{m} 35 et de 18 mètres de long portée par les deux trucs; ses deux bouts butent contre des sabots en fonte et elle est maintenue latéralement par des tasseaux cloués sur les plates-formes. A ces bouts s'assemblent deux pièces de même équarrissage, l'une verticale, l'autre oblique, qui montent jusqu'au toit; il n'y a pas de supports intermédiaires. Les pannes et les chevrons sont boulonnés ensemble : les pylones sont reliés dans le sens latéral par des madriers, mais il n'existe aucune liaison métallique. Le toit a 0^{m} 05 d'épaisseur.

Il présente la forme que doit affecter la poutre, et c'est sur lui qu'elle est montée. On opère à la fois sur trois fermes, deux pour former une paire, et la troisième pour amorcer la paire suivante; on les contrevente immédiatement, puis on enlève les cales qui les maintiennent sur le toit et on fait avancer tout le pont de service de 17^{m} 40. A cet effet, les plates-formes sont reliées par des câbles au tambour d'un treuil à vapeur. L'*Engineering News*, auquel nous empruntons cette description, semble indiquer que la traction s'exécute directement à l'aide de trois câbles accrochés sur trois des trucs seulement, en ayant soin d'alterner les attaches. Il semblerait plus rationnel d'agir indirectement en plaçant des treuils sur chacun des trucs, et en faisant passer leurs câbles sur des poulies fixes, comme on l'a fait pour le déplacement des échafaudages qui ont servi à l'érection du Palais des machines. L'effort exercé est ainsi beaucoup plus facile à régler et le déplacement s'opérerait avec plus de régularité qu'à l'aide d'un seul treuil, dont les câbles ne commandent même qu'une partie des plates-formes.

Sur le levage des pièces qui doivent constituer la ferme, l'*Engineering News* ne donne que des indications très sommaires. Il se borne à dire qu'on emploie des chèvres posées sur le toit de l'échafaudage, comme l'indique la figure, et mises en action par le treuil à vapeur qui sert à d'autres intervalles à déplacer tout le système, ou par des treuils mobiles. Ici encore, les dispositions adoptées au Palais des machines par M. Barbet, Ingénieur en chef de la Société Cail, sont bien supérieures comme facilité de manœuvre et comme sécurité. On se souvient (1) qu'un plancher horizontal, accolé à un plancher courbe analogue à celui des Ingénieurs américains, portait des grues roulantes spéciales, susceptibles d'amener les pièces au point précis qu'elle devaient occuper, par la combinaison de deux déplacements de la grue perpendiculaires entre eux, et dont l'un était parallèle à l'axe du bâtiment.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIII, n° 21, p. 321.

MÉTALLURGIE

LA QUESTION DES SOUFFLURES DANS LES MOULAGES D'ACIER

La production des soufflures pendant la solidification de l'acier a longtemps été un obstacle à la généralisation des usages de ce métal. Tant qu'on n'a pas su empêcher leur formation, l'emploi de l'acier était restreint à la fabrication des pièces forgées, où, par un martelage énergique, on rendait au lingot homogénéité et cohésion. Du jour où le problème a été résolu, la métallurgie est entrée dans une période nouvelle. Les moulages d'acier, impossibles autrefois, ont pris une importance qui va chaque jour croissant; si bien qu'ils font aujourd'hui concurrence aux pièces de forge les plus délicates et les plus résistantes : arbres coudés, roues motrices de locomotives, frettes de canons, etc. La question des soufflures a donc été l'un des problèmes les plus importants de la métallurgie de ces dernières années; outre son intérêt pratique, elle a d'ailleurs éveillé des discussions théoriques, et des polémiques presque violentes se sont élevées, de 1882 à 1885, sur l'origine et les causes de ce phénomène, entre M. le Dr Muller, partisan de la théorie de l'*absorption*, et d'autre part, MM. Pourcel, Richards et Wedding, qui défendaient la théorie de la *réaction*.

Aujourd'hui, les polémiques sont calmées, et l'ardeur de la discussion est tombée; mais le dernier mot n'avait pas encore été dit sur ce sujet. Dans une étude récente (1), M. Le Verrier, Ingénieur en chef des Mines et professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, a repris la question des soufflures, et il a proposé une explication qui semble clore la discussion d'une façon définitive.

Progrès récents de la métallurgie de l'acier. Rôle de l'aluminium. — L'article de M. Le Verrier est consacré aux « procédés nouveaux pour le raffinage de l'acier. » C'est un exposé théorique des principes de la fabrication de ce métal, fait avec la précision et la clarté qui rendent le cours de M. Le Verrier si attrayant. L'auteur rappelle d'abord le principe de la méthode dite *indirecte*, telle qu'elle était appliquée, au convertisseur Bessemer comme au four Martin, jusqu'à ces dernières années : l'affinage du bain est poussé jusqu'à décarburation presque complète, et, pour obtenir la composition définitive, il faut terminer par des additions d'alliages riches en manganèse; ce métal, plus oxydable que le fer, détruit l'oxyde formé durant l'affinage; en même temps les additions recarburent le bain. A mesure que les progrès de la conduite des hauts fourneaux ont permis d'obtenir à bon compte des alliages de plus en plus riches en manganèse, et de passer des *spiegels* tenant 12 à 20 % de manganèse aux *ferromanganèses* à 80 %, on a pu obtenir par ce moyen des aciers de plus en plus doux. Lorsque le procédé basique a pris naissance, la principale difficulté a consisté à recarburer le métal sans y réintégrer de phosphore; car le carbone réduit l'acide phosphorique : c'est la réaction qui empêche l'élimination du phosphore avant le départ complet du carbone. On a tourné la difficulté en éliminant l'acide phosphorique scorifié par un décrassage soigné, et en faisant les additions de ferromanganèse dans la poche de coulée. En présence d'une scorie basique, on perd d'ailleurs moins de manganèse; d'autre part, pour assurer le départ presque complet du phosphore, il faut pousser très loin la décarburation; le procédé basique est donc favorable à la production d'un métal riche en manganèse, pauvre en carbone : c'est dire qu'il permet d'obtenir des aciers extra-doux.

Cette méthode, basée sur l'emploi du manganèse, présentait un inconvénient : les teneurs en carbone et en manganèse étaient nécessairement liées par un rapport variable entre d'étroites limites; il était donc impossible d'obtenir par ce moyen un métal riche en carbone et à faible teneur en manganèse; en un mot, il restait impossible de fabriquer, autrement qu'au creuset, des aciers durs et prenant bien la trempe.

Les progrès de ces dernières années ont consisté à séparer les opérations du raffinage, et à demander à deux réactifs distincts, dans deux phases de l'opération, les services que rendaient dans une même addition le manganèse et le carbone unis dans le ferromanganèse. Les deux réactions étant devenues indépendantes, il est devenu possible de régler chacune d'elles avec plus de précision; et on a obtenu, dans la fabrication de l'acier, une latitude bien plus grande.

Le carbone s'allie au fer avec une facilité extrême : le procédé de fabrication de l'acier par cémentation en est une preuve. On a tiré parti de cette propriété en faisant réagir du carbone directement sur le métal en fusion : par exemple, en versant du poussier de coke dans le fond de la poche de coulée où l'on reçoit du métal préalablement désoxydé; c'est le procédé Darby (2).

Quant à la régénération de l'oxyde de fer, elle peut toujours s'effectuer par le manganèse. Mais, — c'est là le second grand progrès, — l'emploi de l'aluminium, qui tend à se répandre de plus en plus dans l'industrie, permet d'effectuer cette réaction d'une façon plus rapide

(1) *Revue générale des sciences pures et appliquées*, n° du 30 septembre 1891.

(2) Voir, à propos du procédé Darby, un article de M. Pourcel dans le *Génie Civil*, t. XIX, n° 21, p. 335.

Digitized by Google

et plus complète. De plus, tandis que le manganèse ne disparaît pas entièrement dans la scorie, et s'allie toujours partiellement au fer, l'aluminium se scorifie complètement : de sorte que le raffinage peut s'effectuer sans influence sur la qualité du métal.

L'étude des propriétés de l'aluminium, de son emploi dans la métallurgie de l'acier, occupe la seconde partie du travail de M. Le Verrier. Les applications diverses de ce réactif énergique l'amènent à parler des moulages d'acier et de la question des soufflures. La comparaison de l'action de l'aluminium et du silicospiegel, employé à Terrenoire pour la fabrication des moulages d'acier, lui donne de nouveaux arguments en faveur d'une explication fondée sur une réaction chimique. En même temps, l'analogie de ces phénomènes avec les phénomènes de sursaturation dans les liquides tenant des gaz en dissolution, lui suggère une nouvelle théorie des soufflures, théorie toute scientifique, et parfaitement d'accord avec les faits, puisque, tout en justifiant la méthode suivie, pour éviter les soufflures, par les partisans de la *réaction*, elle explique les dégagements d'hydrogène qui, pour le Dr Müller, étaient la preuve indiscutable de la théorie de l'*absorption*.

Peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt, avant d'exposer les idées de M. Le Verrier, de faire un historique rapide de la question des soufflures, et de résumer les discussions et les expériences auxquelles elle a donné lieu.

Historique de la question des soufflures. Théorie de la réaction. — Depuis que les inventions de Bessemer et de Siemens avaient créé la fabrication du métal fondu, l'objectif de tous les métallurgistes était l'obtention des moulages. Mais le métal coulé était criblé de soufflures, et pendant longtemps on ne put obtenir de bons résultats qu'en fondant l'acier au creuset : par une fusion prolongée, l'acier se calme et devient propre au moulage.

La maison Krupp réussit à tourner la difficulté : elle se proposa, non de supprimer, mais de répartir uniformément les soufflures dans le métal, de façon à assurer l'homogénéité du moulage; on y parvenait en exerçant sur le métal fondu une pression considérable, au moyen d'acide carbonique liquide. D'ailleurs, on se servait chez Krupp d'acier fondu au creuset.

En France, la Compagnie de Châtillon et Commentry fut une des premières à produire des moulages sains, au moyen d'acier fondu sur sole. En maintenant pendant assez longtemps l'acier fondu sur la sole du four, à très haute température, on avait constaté par expérience qu'il se calme, et, comme au creuset, peut se mouler sans difficulté.

Mais on peut dire que l'acier sans soufflures fut, à proprement parler, découvert à l'usine de Terrenoire. On avait observé à cette usine, dans la fabrication des rails, que l'allure extra-chaude au convertisseur produisait des lingots remarquablement sains. Or, à haute température, le carbone, en présence du fer, réduit les silicates : c'est par cette réaction qu'on explique l'incorporation du silicium dans la fonte au haut fourneau. De même au convertisseur, lorsque la température s'élève, le garnissage doit s'attaquer, et donner du silicium au bain. De là à concevoir une relation intime entre la présence du silicium et l'absence de soufflures, il n'y avait qu'un pas. Il semblait logique d'admettre que les soufflures étaient dues à l'oxyde de carbone, qui se produit et se dégage avec un fort bouillonnement au moment de l'addition finale, et de la régénération de l'oxyde de fer. Or on savait, par l'étude des réactions du Bessemer, que l'oxyde de carbone est réduit par le silicium : l'ordre de l'élimination des métalloïdes le prouve. C'était donc à la présence du silicium qu'il fallait attribuer l'absence des soufflures dans l'allure extra-chaude. Et de fait, l'addition systématique de silicium dans le bain donna du métal sans soufflures ; au moment de l'addition finale, si on employait, non du ferro-manganèse, mais des alliages siliciés, on observait, au lieu du bouillonnement accoutumé, une effervescence légère et de courte durée. Ce phénomène avait d'ailleurs été étudié depuis longtemps par sir Henry Bessemer, qui conseillait de calmer le métal par des additions, dans la poche de coulée, de fonte d'hématite siliceuse.

C'est ainsi que prit naissance, à l'usine de Terrenoire, la théorie dite de la *réaction*, qui fut exposée et défendue par M. Pourcel, dans diverses réunions de l'*Industrie minérale* et de l'*Iron and Steel Institute* : les soufflures sont dues à l'oxyde de carbone, produit de la réaction du carbure sur l'oxyde de fer. Le silicium prévient cette réaction, par sa tendance à réduire ce gaz. Son rôle est donc de s'approprier l'oxygène combiné au fer, pour former un silicate. Si cette réaction se produit en présence du manganèse, il se forme un silicate double, plus fusible et plus fluide, qui se liquate, laissant un métal sain, exempt de soufflures et de scorie interposée. C'est en se fondant sur ces principes qu'on est parvenu, à Terrenoire, à fabriquer des moulages sans soufflures. La formule de l'opération se résumait en deux points principaux : 1° éviter l'affinage pendant la fusion sur sole, par l'interposition d'une couche suffisamment épaisse de scorie manganésée, de façon à empêcher l'absorption d'oxyde de carbone par le métal ; 2° employer pour les additions finales du *silicospiegel*, alliage tenant 8 à 10 % de silicium, avec 15 à 20 % de manganèse, de façon à empêcher la formation d'oxyde de carbone par suite de l'oxydation partielle du métal durant la coulée.

Cette théorie, qui fut admise et défendue par le célèbre métallurgiste américain Holley, avait le double avantage d'être simple et bien d'accord avec les faits. Elle s'appuyait sur les expériences du colonel Caron, qui, en 1864, avait montré que le silicium brûle dans une atmosphère d'oxyde de carbone, pour donner de la silice et du carbone libre. Ces expériences furent d'ailleurs confirmées plus tard par celles du Dr Finkner, de Berlin, qui, en chauffant ensemble du silicium et du fer chimiquement pur, dans une atmosphère d'oxyde de carbone, obtenait du silicate de fer et du carbone, qui s'unissait au fer jusqu'à saturation.

Objections du Dr Müller. Théorie de l'absorption. — Le Dr Müller, alors professeur à Osnabrück, institua des expériences dans le but de reconnaître la nature des gaz qui constituent les soufflures; de ses expériences il concluait que l'oxyde de carbone n'entre pour rien dans ce phénomène, qu'au contraire l'hydrogène y joue le principal rôle; et il se fondait sur ces résultats pour battre en brèche la théorie de la *réaction*, et pour proposer celle de l'*absorption*.

Ses expériences étaient fort simples, et consistaient à forer, sous une cuve à eau, un trou dans un lingot d'acier ou de fonte; les précautions les plus minutieuses étaient prises pour recueillir tout le gaz dégagé durant l'opération ; il ne restait plus alors qu'à en faire l'analyse. Comme on avait objecté au Dr Müller que la chaleur développée par le forage devait décomposer l'eau, et que sans doute les teneurs d'hydrogène observées se trouvaient majorées de ce fait, il reprit l'expérience sous l'huile, et put ainsi déterminer exactement la nature des gaz qui se dégagent de l'acier.

Il constata ainsi que l'acier dégage des quantités énormes de gaz, atteignant et dépassant parfois 50 % de son volume; et que, si le volume total de gaz est en raison directe de la porosité du métal, la proportion d'oxyde de carbone renfermée dans ces gaz en est au contraire absolument indépendante. Ainsi les fontes, moulées au sortir du cubilot, tiennent une proportion relativement élevée de CO; mais souvent ces moulages sont rigoureusement dépourvus de soufflures; c'est ainsi qu'une fonte d'hématite (Solway n° 1), exempte de soufflures, donnait 3,5 % de gaz, tenant :

H 52,1; Az 44; CO 3,9.

Une autre fonte, également sans soufflures, donnait 15 % de gaz, tenant :

H 86,5; Az 9,2; CO 4,3.

De même, le métal coulé avant l'addition finale renferme une quantité appréciable d'oxyde de carbone : 2,2 %, dans le cas d'un four Martin (proportion totale de gaz : 25 %); 1,3, dans le cas d'un convertisseur Bessemer (proportion totale de gaz : 44 %). Au contraire, l'acier coulé dans les conditions usuelles donnait des gaz qui renfermaient toujours moins de 1 % d'oxyde de carbone; et même dans le cas de lingots extrêmement soufflieux, qui donnaient au forage 45 et 48 % de gaz, l'oxyde de carbone n'était souvent pas dosable. La plus haute proportion de ce gaz fut trouvée dans un lingot d'acier à rails de Carinthie, donnant 51 % de gaz, dont 0,9 % de CO (1). Si on prend la moyenne des expériences du Dr Müller, on trouve pour la teneur de l'oxyde de carbone dans les gaz une valeur moyenne de 0,4 à 0,6 % : ces gaz sont composés d'hydrogène, et, en moindre proportion, d'azote.

Ainsi donc, c'est l'hydrogène qui domine; et, dans les gaz contenus dans le métal, l'oxyde de carbone n'existe qu'à l'état infinitésimal. Mais le Dr Müller a été plus loin; il a voulu déterminer quelle était, dans le volume de gaz dégagé, la partie qui correspond aux soufflures, et celle qui existait, dissoute ou combinée, dans le corps même du métal. L'expérience avait en effet démontré que des gaz se dégagent au forage, même lorsqu'il n'existe aucune soufflure apparente, et que les opérations mécaniques, martelage ou laminage, ne les faisaient pas complètement disparaître. Voici un exemple, entre plusieurs : d'un lingot d'acier, absolument sain d'apparence, on prépara quatre éprouvettes ; deux d'entre elles furent martelées, les deux autres soumises directement à l'expérience : celles-ci donnèrent 17 % de gaz; les premières, 5,5 % d'un gaz plus riche en azote. En déduisant du volume total du gaz celui qui correspondait au même métal, forgé ou laminé, M. le Dr Müller crut pouvoir déterminer le volume du gaz primitivement contenu dans les soufflures; il en déduisait une évaluation approximative de la pression du gaz dans les soufflures, qui variait, d'après lui, entre 2,5 et 5 atmosphères.

C'est sur ces expériences qu'il se fondait pour expliquer la formation des soufflures par des actions purement physiques : c'est un fait bien connu que le fer et l'acier fondus dissolvent l'hydrogène, l'azote et l'oxyde de carbone. La solubilité de ces gaz diminue avec la température. Donc, pendant le refroidissement, les gaz se dégageant du dissolvant qui ne peut plus les retenir cherchent à se frayer un passage au travers de la masse pâteuse. C'est ainsi que des bulles se forment contre les parois dès leur formation. A mesure que la solidification se propage, les bulles se groupent, s'agglomèrent, augmentent de volume par le drainage des parties avoisinantes, et finissent par former ces cavités vermiculaires, normales ou parallèles aux parois, à l'éclat argenté, et à la structure finement cristalline, qu'on désigne sous le nom de soufflures. Ces soufflures ne seraient donc pas des bulles de gaz emprisonnées par la solidification du milieu où elles étaient en train de se former; leur texture le prouverait nettement : elles résulteraient des efforts que fait pour se dégager un gaz contenu à haute pression dans la masse. Or l'oxyde de carbone, dont la solubilité décroît plus vite que celle de l'hydrogène ou de l'azote, se dégage presque en entier avant que le métal ne se prenne; au moment de la solidification, il ne reste en général, comme gaz dissous, que de l'azote et surtout de l'hydrogène; c'est donc à ce gaz qu'il faut exclusivement attribuer la production des soufflures.

A la suite de ses premières expériences, le Dr Müller en avait institué d'autres, pour étudier la nature des gaz qui se dégagent pendant la solidification, et pour contrôler les expériences de M. Harmet et de M. Stead (2). Il s'était servi, au début, pour cette étude, d'une lingo-

(1) *The Ironmonger*, n° du 22 décembre 1882.

(2) *Comptes rendus de l'Industrie minérale ;* septembre-octobre 1883. Réunion de Saint-Etienne. — Communication de M. Brustlein

Digitized by Google

tière fermée par le haut, où l'on coulait en source; un tube en fer en U, adapté à la partie supérieure, permettait de recueillir les gaz. A ce dispositif, il substitua bientôt la coulée par le haut dans une lingotière ordinaire, qu'il achevait de remplir avec du quartz en poudre calciné, et qu'il fermait par un couvercle luté avec de l'argile : à ce couvercle était fixé un tube pour la prise d'essai. Le gaz, reçu dans des boules de verre de 50 centimètres cubes de capacité, était ensuite transvasé dans l'eudiomètre.

Dans ces gaz, comme dans ceux qui se dégagent du métal à froid, l'hydrogène domine encore. Mais l'oxyde de carbone y existe dans une proportion relativement considérable, qui s'élève à 30 et 40 °/₀. L'azote entre pour une proportion plus faible, qui peut varier dans les environs de 10 °/₀. Les aciers souffleux et les aciers sains donnent d'ailleurs des gaz de composition à peu près identique, et identique à celle des gaz qui se dégagent des diverses fontes. Il n'y a que deux sortes de métal qui donnent des gaz de teneur sensiblement différente : le métal traité au convertisseur, avant l'addition de spiegel, qui donne des gaz moins riches en hydrogène et en oxyde de carbone, plus riches en azote (CO 18,6 ; H 54,2 ; Az 24,9 ; CO^2 2,3) ; et le métal Thomas, qui présente des particularités assez remarquables : dans les gaz qui se dégagent, l'oxyde de carbone domine (40 à 80 °/₀) ; et, en faisant des prises d'essai à divers moments, le docteur Müller établit que l'oxyde de carbone se dégage surtout dans les premiers moments, et qu'après que le métal est figé, la composition des gaz se rapproche de celle des gaz dégagés par les autres aciers ; le métal Thomas, coulé avant l'addition du spiegel, est d'ailleurs plus calme qu'après cette addition, et les gaz qui s'en dégagent tiennent moins de CO. Il semble donc prouvé que l'oxyde de carbone, qui fait bouillonner le métal pendant la coulée, est dû à la réaction du spiegel.

Pourquoi ce gaz ne se dégage-t-il pas, comme pour les autres aciers, an moment même de l'addition, et pourquoi le dégagement est-il retardé jusqu'à la coulée ? Il y a là, d'après le docteur Müller, un phénomène d'ordre purement physique, où la température du bain a sans doute beaucoup à voir. Pourtant, ces dernières expériences modifièrent légèrement ses opinions, quant au rôle de l'hydrogène et de l'azote : on pouvait s'attendre, en effet, à voir le métal donner à froid une forte proportion de CO, puisqu'en se solidifiant il émet de telles quantités de ce gaz ; or il n'en est rien, et le forage à froid a donné des résultats comparables à ceux des expériences faites sur d'autres sortes d'acier.

Comment expliquer alors que tout l'oxyde de carbone se dégage durant la première période du refroidissement, tandis qu'une si forte proportion d'hydrogène et d'azote soit retenue jusqu'après solidification partielle ? Ce n'est pas que ces deux gaz soient solubles dans l'acier froid, à l'exclusion de CO ; diverses expériences établissent au contraire que dans certaines conditions l'oxyde de carbone est retenu par l'acier refroidi, comme les deux autres gaz. Il faut donc qu'il entre en jeu, pour produire un pareil écart, d'autres influences que la solubilité des gaz.

M. le docteur Müller a donc été amené à penser que l'hydrogène et l'azote doivent se trouver dans l'acier à l'état de combinaison, au même titre que le carbone et le phosphore. Au moment de la solidification, ces combinaisons se détruiraient, et la formation des soufflures dans les aciers serait analogue à la séparation du graphite dans les fontes. « C'est pour cela qu'on ne trouve, après refroidissement, le plus souvent que H et Az dans les soufflures et que, d'un autre côté, la quantité de soufflures varie aussi pour le même métal suivant les conditions physiques de la coulée, comme cela a lieu pour le graphite de la fonte. »

Quant au rôle du silicium, tel que le décrivent les partisans de la réaction, le docteur Müller se refusait à l'admettre. D'après lui, il se produit, aux hautes températures, un renversement des affinités pour l'oxygène du carbone et du silicium, et le silicium cesse de pouvoir réduire CO ; dans ses expériences sur la solidification, il avait constaté que des fontes siliceuses donnaient souvent des moulages souffleux ; d'où il concluait qu'à 1150°, température de fusion des fontes, le renversement s'est déjà produit : *a fortiori* aux températures du convertisseur Bessemer et du four Martin.

D'ailleurs, la pratique allemande était là pour confirmer sa théorie. A Bochum, où on traite des fontes fortement chargées de silicium et de manganèse, et surchauffées au cubilot, où par conséquent l'allure est extra-chaude au convertisseur, l'ordre des éliminations semble se renverser ; après qu'une partie du silicium a disparu, la proportion de ce métalloïde dans le bain demeure stationnaire ; et le reste du silicium disparaît avec le manganèse, à la fin de l'opération, lorsqu'il ne reste plus de carbone. D'ailleurs, la pratique universelle du Bessemer montre que l'addition du spiegel, même dans un métal tenant jusqu'à 0,605 °/₀ de silicium, provoque toujours un bouillonnement plus ou moins vif, et un abondant dégagement de gaz. Comme dernier argument, M. Müller citait deux analyses, faites par lui, qui prouvaient, contrairement aux assertions de M. Pourcel, que l'action réductrice de l'addition finale s'était portée sur le carbone et le manganèse, non sur le manganèse et le silicium.

Réponse des partisans de la théorie de la réaction. — A la plupart de ces critiques il était aisé de répondre : Le renversement des affinités, qui peut en effet se produire à haute température, n'a sans doute pas lieu en deçà de la température de fusion de l'acier ; car les conditions de marche de Bochum ont été réalisées dans des garnissages basiques, et l'élimination des métalloïdes a suivi son cours normal. Au lieu de faire intervenir un retard dans l'élimination, on peut expliquer le phénomène cité par le docteur Müller par une incorporation de silicium, due à l'attaque du garnissage : c'est la réaction du haut fourneau, due à la double affinité du carbone pour l'oxygène, et du silicium pour le fer, dont la somme est supérieure à l'affinité du silicium pour l'oxygène. Si les affinités se renversaient, elles devraient le faire aussi bien dans le garnissage basique ; au lieu que l'incorporation du silicium y est impossible. C'est cette réaction qu'on peut invoquer pour expliquer l'incorporation du silicium dans la fabrication des aciers au creuset, qui tous tiennent environ 0,3 °/₀ de ce métalloïde. Le temps consacré à laisser le métal se calmer après fusion, soit au creuset, soit sur sole, dans l'ancienne méthode de Châtillon et Commentry, n'avait pas d'autre effet que de permettre au métal de se charger de silicium aux dépens du revêtement. D'ailleurs, quand bien même les affinités seraient renversées aux hautes températures du Bessemer, les soufflures se produisent durant le refroidissement, à moindre température, dans des conditions où certainement le silicium, comme l'ont démontré plusieurs expériences, peut réduire l'oxyde de carbone.

Si la présence du silicium dans un bain métallique ne parvient pas à supprimer entièrement la réaction causée par le spiegel, cela n'infirme en rien la théorie de la réaction : car pour que le silicium empêche toute réaction du carbure sur le métal oxydé, il faut qu'il soit réparti dans le bain d'une manière uniforme, et qu'au contact du spiegel la teneur en silicium soit suffisamment élevée. Il y a donc là des conditions de température, de fluidité du bain, et de teneur en silicium, difficiles à déterminer et à observer.

L'essentiel, au point de vue de la démonstration actuelle, c'est que la présence du silicium, la substitution du silicospiegel au ferromanganèse, diminue l'intensité de la réaction ; et qu'en prenant des précautions convenables, en réglant la teneur en silicium, on parvienne à empêcher tout bouillonnement, et à produire des lingots parfaitement sains. C'est ce qu'on réalise sans trop de peine au four Martin : la fusion sur sole permet, mieux que le soufflage dans la cornue Bessemer, de régler l'opération, d'empêcher le métal de s'oxyder, de doser la quantité de silicium à ajouter, et d'opérer la coulée dans les meilleures conditions possibles. Mais, même au convertisseur, le silicium a une influence heureuse. A Eston, M. Windsor Richards employait des additions de fonte siliceuse, à la fin de l'opération, pour prévenir la formation des soufflures dans les lingots à rails. Cette addition précédait celle de spiegel : il réussissait ainsi à empêcher le bouillonnement, et les lingots étaient parfaitement sains.

D'ailleurs, les expériences mêmes de M. le docteur Müller fournissaient des arguments à ses adversaires : il reconnaissait lui-même que le fort dégagement d'oxyde de carbone qui caractérise le métal Thomas, provient de la réaction due à l'addition de spiegel, réaction d'autant plus vive que le sursoufflage a introduit plus d'oxygène dans le métal. Quant au métal produit par le procédé acide à Bochum, il est en général remarquablement sain : c'est ce qu'on avait observé à Terrenoire, dans l'allure extra-chaude. Les seuls cas où les lingots présentent des soufflures sont, d'après M. Müller, ceux où la réaction du spiegel a été faible dans le convertisseur. M. Pourcel répondait qu'en effet c'étaient ceux où la réaction, empêchée ou retardée par l'état pâteux de la scorie, devait se continuer dans la lingotière, et qu'ainsi c'était bien le dégagement de CO qui causait les soufflures.

Enfin, en regard des deux expériences du Dr Müller, qui avaient permis à ce savant de contester la disparition du silicium fourni par l'addition finale, on peut opposer les expériences quotidiennes des usines où l'on pratiquait l'emploi du silicium, et qui toutes concourent à prouver la formation d'un silicate de fer et de manganèse. Un autre fait, qui vient à l'appui de la théorie de la réaction, c'est que, par l'emploi de fontes siliceuses comme addition finale, on obtenait du métal dépourvu de soufflures, à la vérité, mais rempli de pailles, dues à l'interposition d'une scorie. Le silicate de fer formé par la réaction du silicium, peu fluide, reste emprisonné dans la pâte : c'est un inconvénient qu'on évite par l'emploi du manganèse.

Tels sont, en résumé, les principaux arguments développés en faveur des deux théories. Il semble incontestable, d'après la pratique de diverses usines et des expériences de laboratoire, qu'aux températures où se forment les soufflures, l'affinité du silicium pour l'oxygène du bain est supérieure à celle du carbone dissous, et que, de fait, l'introduction systématique du silicium a, dans des conditions convenables, empêché la formation des soufflures. Il y a donc de fortes preuves à l'appui d'un rôle chimique de ce métalloïde. D'ailleurs, si les observations qui précèdent ne suffisent pas à infirmer toutes les objections du Dr Müller, d'autres expériences ne permettent pas d'adopter sans réserve sa théorie de l'absorption.

Pour que cette théorie fût exacte, il faudrait en effet que la quantité de gaz dégagée par l'acier au forage fût proportionnelle au degré de porosité du métal ; or il n'en est rien. La teneur en hydrogène semble au contraire dépendre exclusivement de la présence du manganèse : des aciers fabriqués au moyen d'additions silicées, tenant seulement des traces de manganèse, ne donnaient pas plus de gaz que des aciers ordinaires après forgeage. D'autre part, on a constaté, dans la fabrication de lingots sains, au moyen d'additions silicées, qu'il ne se dégage pas d'oxyde de carbone durant la solidification : si le métal tient du manganèse, il se dégage de l'hydrogène, qui brûle à la surface du lingot ; sinon, il ne se dégage point de gaz, quelle que soit la température de la coulée.

Les expériences de MM. Troost et Hautefeuille ont établi que le silicium diminue la solubilité de l'hydrogène dans la fonte en fusion, tandis que le manganèse l'augmente. A froid, le manganèse augmente dans une forte proportion la solubilité de l'hydrogène dans l'acier solide. La théorie de l'absorption s'appuyait sur ces résultats pour expliquer l'action incontestable du silicospiegel : l'hydrogène, absorbé en moindre proportion, et retenu plus énergiquement au moment du refroidissement, ne tend plus à s'échapper et à former des soufflures. Il y a là sans doute une part de vérité. Mais si on doit admettre l'action du manganèse, qui reste en grande partie dans

Digitized by Google

le bain, celle du silicium, dont il ne reste en général que des traces, est plus difficile à expliquer. On ne conçoit guère une modification des propriétés physiques d'un corps subsistant après la disparition de l'agent de ces modifications. Ces objections, déjà sérieuses pour le silicium, peuvent se répéter avec plus de force à propos de l'aluminium, qu'on emploie, suivant l'expression de M. Le Verrier, à dose homœopathique, et qui disparaît entièrement.

D'ailleurs, les modifications des propriétés physiques doivent être lentes et progressives. Or, il suffit de quelques millièmes de silicium, d'un millième d'aluminium, pour calmer instantanément l'ébullition d'un bain métallique. Il y a donc là évidemment une action chimique.

Reste alors une objection considérable contre la théorie de la réaction : comment l'oxyde de carbone, cause des soufflures, ne se retrouve-t-il pas dans les soufflures? Comment expliquer le dégagement considérable d'hydrogène, précisément dans le cas où le métal est soufflleux? M. le professeur Wedding, partisan de la théorie de la réaction, répondait que tant qu'il reste du silicium dans le métal son action persiste, et qu'ainsi, en admettant que ce métalloïde ne se trouve pas en assez forte proportion pour empêcher la formation des soufflures, il doit réduire après coup l'oxyde de carbone, et que l'hydrogène prend la place du gaz qui disparaît ainsi. Cette hypothèse est contestable en soi, et d'ailleurs ne rend pas compte du mécanisme de cette substitution.

Théorie de M. Le Verrier. — La théorie de M. Le Verrier est la suivante : L'acier fondu tient en dissolution sursaturée de l'hydrogène et de l'azote. Si la solidification est tranquille, rien ne vient troubler l'équilibre moléculaire. Mais si, par une réaction secondaire, il vient à se produire au sein du liquide des bulles d'un autre gaz, ce dégagement, quelque faible qu'il soit, suffit à détruire l'équilibre. Au contact des bulles l'hydrogène se dégage ; de même, dans une dissolution sursaturée d'un gaz dans un liquide, il suffit de faire passer quelques bulles d'air ou de déterminer le dégagement d'un autre gaz pour rompre l'équilibre et mettre en liberté le gaz dissous. « Ainsi l'oxyde de carbone, tout en ne formant qu'une faible partie du dégagement gazeux, serait l'agent nécessaire et suffisant pour amorcer le bouillonnement. On s'expliquerait ainsi que les réactifs capables d'absorber l'oxygène sans produire des gaz calment l'ébullition même à dose très faible. Les idées soutenues par M. Pourcel et confirmées par des résultats pratiques se trouveraient ainsi d'accord avec la théorie ; l'oxyde de carbone serait bien le véritable ennemi, non par lui-même, il est vrai, mais par son action indirecte sur les autres gaz dont il provoque le dégagement (1). »

Cette théorie si simple explique tous les faits d'observation : la présence de l'hydrogène et l'absence presque complète de l'oxyde de carbone dans les soufflures ; la forme vermiculaire des soufflures, causée, comme le disait M. le Dr Müller, par le dégagement d'un gaz sous pression, et le mode d'influence des agents qui ne peuvent intervenir que par voie chimique. De plus, elle se fonde sur des phénomènes connus et bien étudiés : les phénomènes de sursaturation et les analogies sont si clairs, qu'il semble difficile d'élever des objections sérieuses. Il semble donc qu'on puisse adopter sans réserve l'hypothèse de M. Le Verrier, et que la question des soufflures puisse être considérée comme résolue quant au mécanisme de leur formation. Il demeure établi que pour obtenir des lingots ou des moulages sains, l'agent le plus efficace sera l'aluminium, à cause des trois propriétés suivantes : 1° par suite de sa fusibilité et de sa légèreté, il se mélange plus rapidement et plus intimement au bain ; 2° à cause de son affinité plus grande pour l'oxygène, il prévient plus énergiquement la formation de l'oxyde de carbone ; 3° l'alumine produite, grâce à sa légèreté et à son manque d'affinité pour l'oxyde de fer, disparaît du bain. De plus, l'aluminium, au moins à faible dose, n'a pas de tendance à s'allier au fer ; il peut donc être employé avec moins de précautions que le silicium, qui reste en partie combiné au métal, et qui peut, à des teneurs supérieures à 3 millièmes, avoir une influence fâcheuse sur les propriétés de l'acier.

Mais, à quel état se trouve l'hydrogène dans le métal fondu? La question reste entière. Est-ce une simple dissolution, ou bien une combinaison peu stable, qu'un ébranlement moléculaire suffit à rompre? On peut faire aux expériences du Dr Müller un reproche assez grave : son évaluation du volume des soufflures, et de la pression à laquelle le gaz y est renfermé, est tout arbitraire. N'y a-t-il pas de fortes raisons de penser que le gaz mis en liberté par le forage provient du corps même du métal, en plus forte proportion que ce savant ne le supposait? La dissolution sursaturée, ou la combinaison instable, peuvent être détruites par une action mécanique sur le métal solide, comme par un dégagement gazeux dans le sein du métal liquide. Il semble difficile d'admettre qu'un gaz aussi subtil que l'hydrogène soit renfermé à une aussi haute pression dans les soufflures d'un métal qui parfois, lorsqu'il n'a pas été martelé, est assez poreux pour laisser filtrer l'eau. Mais à quel état le gaz est-il retenu? L'hydrogène joue un rôle considérable, et mal connu encore, dans la structure intime du métal. Une partie, tout au moins, de ce gaz, doit exister à l'état combiné, et être en rapport intime avec l'état moléculaire de l'acier.

M. Osmond a été conduit à admettre que, dans le métal solide, l'hydrogène doit exister à l'état de combinaison avec le carbone de trempe, et peut-être avec la totalité du carbone au-dessus du point de dissociation du cément. Par conséquent, la manière dont s'effectue le refroidissement, qui a, au point de vue de la texture du métal, une si grande importance, doit avoir, sur les quantités d'hydrogène retenues en combinaison, une influence considérable. Cette influence a d'ailleurs été mise en évidence par des expériences de M. Pourcel (1), et le fait que des moulages, donnant au foret des quantités considérables de gaz, n'en donnent pas plus que les aciers martelés, après une série de trempes et de recuits qui reviennent à rendre le grain homogène, et à transformer en carbone de recuit le carbone de trempe formé par les premières opérations, vient singulièrement à l'appui des théories de M. Osmond. Dans tous les cas, ces expériences montrent qu'au point de vue des gaz occlus, comme au point de vue des propriétés mécaniques, on obtient par des recuits et des trempes convenables, les mêmes résultats que par des actions mécaniques. Y a-t-il un rapport entre ces phénomènes et les dégagements d'hydrogène occasionnés par la formation d'oxyde de carbone, ou bien ces derniers phénomènes sont-ils uniquement dus, comme le suppose M. Le Verrier, à des phénomènes de dissolution et de sursaturation? Il y a là un point fort obscur, et sur lequel il est difficile de se prononcer actuellement. Il faut espérer que de nouvelles études permettront avant longtemps de le résoudre. La question est importante ; elle n'a pas seulement un intérêt théorique : elle peut avoir de l'influence sur la pratique de la métallurgie de l'acier.

E. de Billy,
Ingénieur au Corps des Mines.

(1) Le Verrier, *Revue générale des sciences pures et appliquées*, tome I, p. 599.

(1) *Notes on the manufacture of solid steel castings. — Journal of the iron and steel Institute.* Meeting de Vienne, 1882.

VARIÉTÉS

CANAL DE PANAMA (2)

Au moment où l'attention du monde industriel et financier, après s'être désintéressée pendant si longtemps de la colossale entreprise du canal interocéanique, paraît vouloir se fixer de nouveau sur cette malheureuse affaire, nous croyons devoir signaler à nos lecteurs une intéressante étude que vient de publier (3) sur cette question un Ingénieur de l'Ecole Centrale, M. A. Dumas, sous le titre suivant : « *Le tarif à appliquer à Panama et les revenus probables du canal.* »

M. Dumas, qui a fait un long séjour sur les chantiers du canal et qui est l'auteur d'un remarquable projet d'achèvement de cette œuvre, s'est livré à une étude approfondie de toutes les questions qui s'y rattachent, et la sincérité qui accompagne les résultats de ses patientes recherches donne le plus grand poids à ses appréciations.

Les lecteurs du *Génie Civil* connaissent déjà (4) les grandes lignes de la solution indiquée par cet Ingénieur pour terminer les travaux qui restent encore à faire et se rappellent que les moyens qu'il préconise permettraient, avec une dépense maximum de 560 millions, de livrer, dans un délai de quatre ans, le canal à la navigation, avec toutes les garanties de sécurité désirables, aussi bien dans l'exploitation que dans la construction. Ayant ainsi réduit à leur plus faible limite le coût et la durée de l'exécution de la grande voie maritime, M. Dumas s'est ensuite exercé à la recherche du mode d'exploitation qui serait de nature à lui procurer les plus grands bénéfices, et ce sont les résultats auxquels il est arrivé que nous allons indiquer brièvement.

On sait que pour obtenir la juste rémunération des capitaux engagés dans l'entreprise on s'est proposé, jusqu'ici, de percevoir, sur tous les bateaux qui emprunteront la nouvelle voie, un droit simplement proportionnel à leur tonnage, imitant ainsi ce qui se pratique actuellement à Suez. Dans les prévisions de l'ancienne Compagnie, ce droit devait être de 15 francs par tonne de jauge, tandis que la Commission d'études, instituée en 1884 par le liquidateur, a pensé que ce tarif, pour ne pas être prohibitif pour un très grand nombre de navires, devrait être réduit à 12 fr. 50. Mais, dans les deux cas, le tarif prévu devait s'appliquer indistinctement à tous les navires, quelle que fût leur destination ou leur provenance et, par suite, quelle que fût la réduction de trajet que le canal leur eût permis de réaliser.

Or, il est bien évident que les navires n'emprunteront la nouvelle voie qu'autant qu'elle leur procurera un certain bénéfice, c'est-à-dire qu'autant que la contribution qu'ils auront à payer pour se servir de cette voie ne sera pas plus importante que le montant total des diverses économies qu'elle leur permettra de faire. D'autre part, il est facile de se rendre compte que, suivant l'itinéraire qu'ils auront à suivre, c'est-à-dire suivant les ports qu'ils auront à desservir, les divers bateaux trouveront dans la route de Panama des réductions de trajet très différentes. Si la redevance à laquelle ils seront soumis doit, néanmoins, être la même pour tous, cette redevance pourra n'être, pour certains d'entre eux, qu'une faible partie des économies que cette route leur permettra de réaliser, tandis que pour d'autres, elle pourra être égale et même supérieure à ces économies.

Ainsi, par exemple, un bateau du type considéré par la Commission d'études, c'est-à-dire de 2 000 tonneaux de jauge nette, faisant 250 milles et dépensant à la mer 2 000 francs par jour, paierait pour le passage du canal, avec le tarif de 12 fr. 50, une somme de 25 000 francs. Or, si ce bateau allait de Plymouth à San-Francisco, il béné-

(2) Voir le *Génie Civil*, tome III, n° 18, p. 453 ; tome V, n° 16, p. 258 ; n° 19, p. 310 ; n° 23, p. 422 ; tome VI, n° 5, p. 78 ; n° 6, p. 89 ; tome VIII, n° 24, p. 382 ; n° 25, p. 400 ; tome X, n° 1, p. 10 ; n° 10, p. 156 ; n° 11, p. 174 ; tome XI, n° 19, p. 302 ; tome XII, n° 1, p. 4 ; n° 3, p. 36 ; n° 4, p. 50 ; tome XIII, n° 11, p. 170 ; tome XIV, n° 10, p. 149 ; tome XVI, n° 1, p. 6 ; n° 2, p. 30 ; tome XVII, n° 2, p. 29 ; n° 8, p. 118 ; n° 9, p. 132 ; n° 10, p. 151 ; n° 11, p. 165 ; n° 13, p. 197 ; n° 14, p. 211 ; n° 15, p. 230, et n° 17, p. 202 ; n° 23, p. 367 ; n° 24, p. 382 ; n° 25, p. 392, et n° 26, p. 409 ; tome XVIII, n° 2, p. 22 ; n° 5, p. 69 ; n° 20, 8 31 ; tomeXIX p., n° 14, p. 231 et n° 16, p. 255.

(3) E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris 1891.

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 2, p. 87.

**

Digitized by Google

ficierait, en passant par Panama, d'une réduction de traversée, sur la route du détroit de Magellan, de 21 jours et demi et, par suite, d'une économie sur ses frais de mer de 43 000 francs, tandis qu'un bateau semblable, allant du même port à Valparaiso, n'économiserait que 9 400 francs, en obtenant une réduction de trajet d'un peu plus de 4 jours et demi. Ces deux bateaux devant payer chacun 25 000 francs au canal, il s'ensuit que le premier retirerait de son usage, outre les avantages correspondant à une économie de temps de 21 jours et demi, un bénéfice de 18 000 francs, tandis que le second devrait, au contraire, payer 15 600 francs les 4 jours et demi qu'il gagnerait.

Dans ces conditions, on conçoit que le dernier bateau, trouvant la voie du canal trop onéreuse, ne s'en servirait pas et que, par contre, le premier ne serait pas soumis à une contribution aussi élevée que celle qu'on pourrait exiger de lui. Dans les deux cas, le tarif prévu par la Commission serait défectueux, puisqu'il aurait pour effet, d'une part, d'éloigner du canal certains bateaux ne pouvant payer pour son usage qu'une faible redevance, et, d'autre part, de ne frapper ceux auxquels le canal procurera de très grands bénéfices, que d'une contribution insuffisamment rémunératrice pour cette entreprise.

Le but poursuivi par M. Dumas a été précisément de rechercher un mode de perception des droits de péage plus équitable pour la navigation, en même temps que plus productif pour le canal, et de remplacer le tarif uniforme par une taxe variable pour chaque bateau, suivant son itinéraire, c'est-à-dire suivant les économies que lui procurera la nouvelle voie.

Afin d'attirer sur cette route le plus grand nombre de navires possible, même ceux dont elle ne réduira la traversée que d'une quantité insignifiante, il propose, d'abord, de ne leur imposer à tous qu'une taxe comparable avec les seuls avantages qu'ils auront à éviter la navigation dangereuse des abords du cap Horn. Considérant ensuite que le canal produira sur les navires le même effet utile que s'il les transportait, pendant le temps que durera sa traversée, sur toute la distance qu'il leur économise, M. Dumas propose d'appliquer à ce transport fictif un tarif proportionnel à la distance sur laquelle il est censé avoir été effectué.

D'après cela, la taxe totale se composerait de deux parties :

1° Un droit de 3 francs par tonneau de jauge nette applicable indistinctement à tous les navires;

2° Un droit de 0 fr. 0025 par *tonneau millique* (tonneau de jauge, transporté à un mille de distance) économisé, que, par analogie avec le tarif kilométrique des chemins de fer, l'auteur appelle *tarif millique*.

Dans tous les cas, le tarif applicable à chaque bateau se déduira donc de la formule suivante :

$$T = 3 + x \times 0{,}0025$$

x désignant le nombre de milles marins économisés par la route de Panama. Selon que x sera plus ou moins grand, le tarif sera plus ou moins élevé, et lorsqu'il deviendra nul, le tarif se réduira au droit fixe de 3 francs par tonneau de jauge. L'administration du canal n'aura qu'à dresser, à l'aide des tableaux officiels des distances de port à port, un tableau des valeurs de x, pour tous les trajets, indiquant la taxe à laquelle seront soumis les bateaux allant d'un port à un autre, de même que les tableaux des chemins de fer indiquent les prix des transports d'une gare à une autre gare quelconque.

Si on applique cette formule aux deux bateaux que nous avons considérés précédemment, on voit que celui allant à Valparaiso ne sera soumis qu'à un tarif égal à :

$$T = 3 + 1330 \times 0{,}0025 = 6 \text{ fr. } 325 ;$$

et, par suite, n'aura à payer qu'une redevance égale à 12 650 francs, tandis que celui allant à San Francisco sera soumis à un tarif égal à :

$$T' = 3 + 5\,590 \times 0{,}0025 = 16 \text{ fr. } 975,$$

et devra payer une contribution de 33 950 francs.

Le premier n'ayant plus à débourser, en tenant compte des économies qu'il réalisera sur ses frais de route, que 3 250 francs pour gagner 4 jours et demi et éviter le cap Horn, aura intérêt à se servir du canal, tandis que le second, malgré la forte contribution à laquelle il sera soumis, n'en sera pas éloigné, puisqu'il retirera de son usage, une économie de plus de 9 000 francs sur ses dépenses en mer et une réduction de traversée de 21 jours et demi. Dans les deux cas, les recettes du canal seront donc considérablement augmentées.

Reprenant un à un les chiffres indiqués par la Commission d'études pour les tonnages probables qui seront fournis au canal par les différentes contrées, M. Dumas calcule ensuite les recettes que produiront chacun d'eux, en leur appliquant les tarifs correspondants, déduits de la formule qu'il propose. Il arrive ainsi à conclure qu'au bout de la quatrième année d'exploitation, le trafic qui passerait par le canal, au lieu d'être de 4 134 200 tonneaux produisant, avec le tarif de la Commission, une recette brute de 39 millions de francs environ, serait de 5 200 000 tonneaux, et produirait une somme de plus de 49 millions. Le trafic continuant à s'accroître jusqu'à la douzième année après l'ouverture, les recettes, au lieu de passer à 61 millions, comme avec le tarif de 12 fr. 50, s'élèveraient à 75 millions.

Ce résultat serait surtout précieux pour les anciens souscripteurs qui ne recevront probablement aucune rémunération avant que ceux qui fourniront le capital nécessaire à l'achèvement de l'entreprise aient prélevé sur les recettes l'intérêt de leur argent à 6 %, soit la somme de 33 millions, si l'on estime, comme l'a fait M. Dumas, ce capital à 550 millions. Les dépenses de l'exploitation restant les mêmes, les recettes produites par le nouveau tarif permettraient, en effet, de distribuer aux porteurs de titres actuels une somme de 16 millions au bout de la quatrième année d'exploitation, tandis que l'application du tarif prévu par la Commission d'études ne permettrait de leur partager que 6 millions. Au bout de la douzième année, cette part atteindrait 42 millions au lieu de n'être que 28 millions.

M. Dumas fait aussi remarquer qu'en réalité, les recettes seront, dans les deux cas, notablement supérieures aux chiffres ci-dessus, parce que la Commission d'études n'a tenu compte, dans ses évaluations, que du tonnage des marchandises qui passeront par le canal et négligé celui correspondant aux navires qui le traverseront sur lest. Il estime que le tonnage réel sur lequel seront perçus les droits sera d'un douzième environ plus élevé que celui des marchandises, de sorte qu'au bout de la douzième année d'exploitation, les recettes nettes à distribuer aux anciens souscripteurs s'élèveraient à environ 50 millions, c'est-à-dire pourraient fournir un intérêt d'environ $3\,^1/_2$ % au capital actuellement compromis.

Ayant montré les avantages que présenterait le tarif proportionnel dont il propose l'emploi, M. Dumas réfute ensuite, une à une, avec les plus sérieux arguments, les différentes objections qui pourraient lui être opposées, et il ne paraît pas que la mise en pratique de ce tarif puisse rencontrer des difficultés suffisamment sérieuses pour en empêcher l'adoption.

Dans tous les cas, cette très intéressante étude mérite de fixer l'attention des spécialistes et sera certainement un élément d'information très important pour les personnes qui auront à rechercher les conditions dans lesquelles il est possible de relever cette grande entreprise du canal interocéanique, qu'il est si désirable, à tous égards, de voir mener à bonne fin.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

DE LA RESPONSABILITÉ ET DE LA FAUTE LOURDE
en matière d'accidents du travail.

Dans presque tous les pays industriels, une loi concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail a été votée, ou existe à l'état de projet devant le Parlement.

Tous admettent aujourd'hui que l'ouvrier ne doit plus courir le risque professionnel que M. Cheysson définit dans un article récent du Dictionnaire des Arts et Manufactures de Laboulaye.

Le *Risque professionnel*, c'est le risque afférent à une profession déterminée, indépendamment de la faute des ouvriers et des patrons. Malgré les précautions prises, il se produira toujours des accidents, sans que la plupart d'entre eux résultent d'aucune faute. Du moment où l'industrie entraîne ainsi des risques inévitables, l'ouvrier ne peut ni ne doit les supporter, aujourd'hui moins que jamais, en présence de l'outillage moderne et des forces qui l'actionnent. L'ouvrier n'a plus le choix de ses outils ; c'est au patron, qui les lui impose, de subir, aux termes de l'article 1384 du Code civil, la responsabilité des choses qu'il a sous sa garde.

Tous les projets de loi en discussion et toutes les lois spéciales déjà votées mettent à la charge de l'entreprise la réparation des accidents découlant du risque professionnel. Les frais généraux se trouveront ainsi augmentés, mais on tend partout à faire disparaître la jurisprudence actuelle, en matière d'accidents du travail, qui fait subir à l'ouvrier les conséquences dommageables d'un accident, à moins de prouver que le patron était responsable, soit par son fait, soit par sa négligence ou par son imprudence.

Mais il est un point sur lequel l'accord n'existe pas et qui est fort controversé : c'est le point de savoir s'il faut rechercher, ou si, au contraire, il faut laisser de côté la faute lourde, soit du patron, soit de l'ouvrier, pour la détermination de l'indemnité à payer à la victime ou à ses ayants droit.

Indiquons l'état de cette question dans les différents pays et faisons connaître sommairement l'état actuel de la législation sur la responsabilité des accidents du travail et les projets de loi en élaboration.

France. — Nous ne parlerons pas des projets de loi antérieurs à celui qui a été voté en deuxième délibération par la Chambre des députés, le 10 juillet 1888, et d'après lequel l'indemnité est à la charge du chef de l'entreprise, quelle qu'ait été la cause de l'accident, en exceptant seulement les accidents intentionnellement provoqués par la victime. La responsabilité civile du patron est limitée par les dispositions de la loi, à moins qu'il n'ait été l'objet d'une condamnation à plus de huit jours d'emprisonnement, à raison de l'accident.

Le texte voté en deuxième délibération par le Sénat, le 20 mai 1890, rend le patron responsable de tout accident survenu par le fait du travail, à moins qu'il ne prouve que l'accident est survenu par la faute lourde de la victime. Les accidents de risque professionnel sont à la charge de l'entreprise, dans les conditions fixées par la loi ; mais si l'accident est dû à la faute lourde du chef de l'entreprise ou de ses préposés, les articles 1382 et suivants du Code civil continueront à être appliqués. C'est la jurisprudence actuelle, mais avec le renversement de la preuve.

Dans le projet de loi présenté le 28 juin 1890 par M. Jules Roche, Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, le chef d'entreprise est responsable, à moins qu'il ne prouve que l'accident est dû à la faute lourde de la victime, et cette responsabilité est limitée aux indemnités prévues, à moins de faute lourde du patron et de ses préposés, auquel cas des dommages-intérêts complétant le préjudice causé, peuvent être poursuivis dans les conditions du droit

Digitized by Google

Digitized by Google

DEPÔT DE JERSEY CITY

Fig.1. Montage des grandes fermes du Dépôt du Pensylvania Railroad à Jersey City.

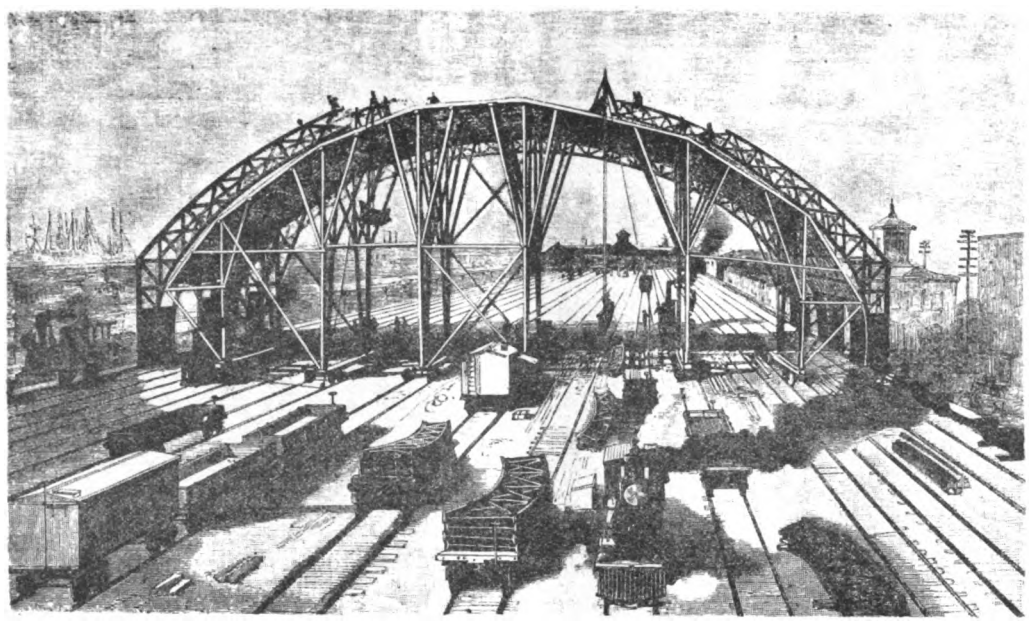


Fig.4. Vue perspective du pont de service.

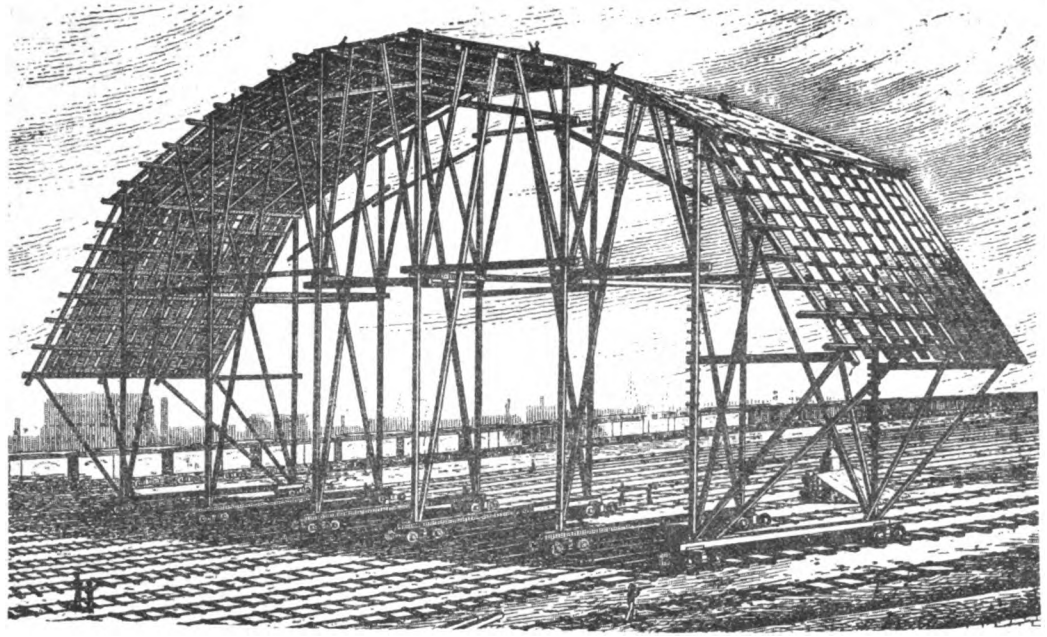


Fig.2. Vue schématique de la ferme (· Coupe transversale)

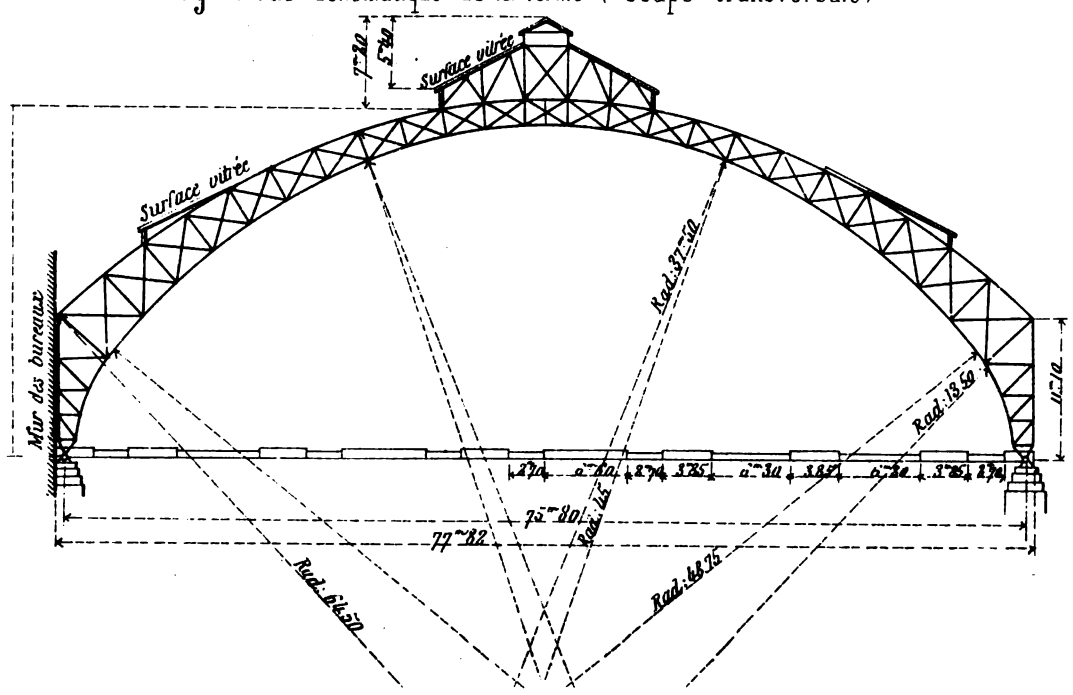
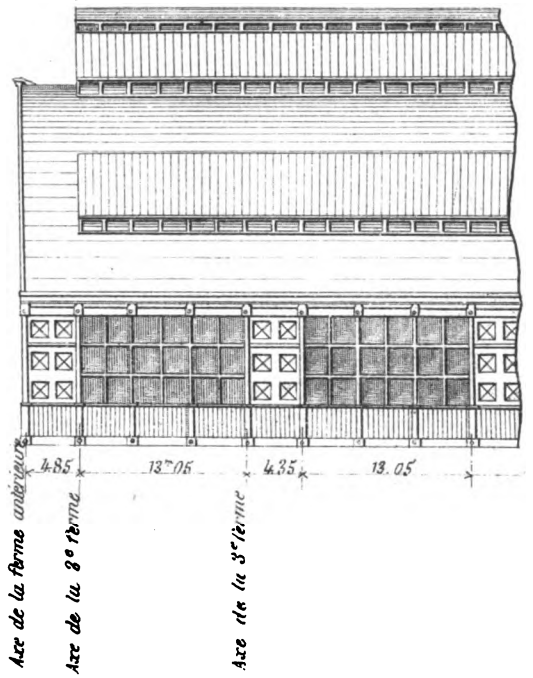


Fig.3. Elévation latérale du bâtiment.



Imp.ie Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis, Paris.

Digitized by Google

commun. En résumé, la faute lourde de l'ouvrier lui fait perdre tout droit à indemnité, et celle du patron lui fait encourir la responsabilité entière, conformément aux articles 1382 et suivants du Code civil.

Le 26 janvier 1891, MM. Ricard et Guieysse, députés, membres de la Commission du travail, devant laquelle les trois précédents projets de lois ont été renvoyés, ont fait une proposition de loi d'après laquelle, tout en maintenant que tout accident est à la charge du patron, des tribunaux arbitraux sont créés pour, notamment, décider dans quelle mesure la faute de l'ouvrier ou du patron, mais seulement lorsqu'elle aura été grossière ou lourde, peut faire augmenter ou diminuer l'indemnité qui reste fixe et invariable pour tous les autres cas. Toute indemnité peut même être refusée à la victime reconnue coupable de faute lourde.

Enfin, le 2 février 1891, M. Dron, député, membre aussi de la Commission du travail, reprend dans une proposition de loi, le texte du premier projet de loi voté par la Chambre, et n'admet pas que le patron puisse arguer d'une faute lourde de l'ouvrier.

Allemagne. — Les lois allemandes du 6 juillet 1884 et du 22 juin 1889 couvrent par l'assurance obligatoire tous les accidents, de quelque nature qu'ils soient, et ne recherchent pas s'il y a faute lourde du patron ou de l'ouvrier, parce qu'elles ont considéré que la variation de l'indemnité est incompatible avec les assurances que les lois ont organisées.

L' « assurance Invalidité » n'a de recours contre l' « assurance Accidents » et par suite contre le patron, qu'autant qu'il a été établi par un jugement pénal que le patron ou ses préposés ont provoqué l'accident avec préméditation. Dans les autres cas, le recours contre le patron n'est pas admissible, parce que la loi de 1889 exclut tout autre recours que celui que la victime de l'accident, pourrait exercer d'après les règles de l'assurance « Accidents », et que celle-ci n'admet la demande en dommages-intérêts de la victime que pour le cas de la préméditation du patron.

Les corporations professionnelles organisées pour l'assurance, ont édicté des règlements pour prévenir les accidents et, en cas d'infraction, les membres payent des cotisations plus élevées.

Autriche. — Il n'existe, en Autriche, aucune loi sur la responsabilité des patrons, et on a organisé directement l'assurance obligatoire, en formant sept grands arrondissements ayant chacun une organisation spéciale en rapport avec les exigences locales, les coutumes et les langues très différentes. Comme en Allemagne, la faute lourde n'est pas recherchée.

Suisse. — D'après la loi fédérale sur la responsabilité des fabricants, du 25 juin 1881, et qui n'a pas été mise en question par le referendum populaire, tout exploitant d'une fabrique est responsable dans les limites fixées par la loi, à moins qu'il ne prouve que l'accident a pour cause, ou la force majeure, ou des actes criminels ou délictueux imputables à des tiers où à la propre faute de la victime de l'accident.

La responsabilité du fabricant sera équitablement réduite, si l'accident est fortuit, si une partie de la faute est imputable à la victime, et si des blessures antérieures ont exercé de l'influence sur le dernier accident.

Le juge fixe la quotité de l'indemnité et le patron est responsable sans limite quand il y a faute de sa part, et ce, par application du droit commun.

La loi fédérale du 26 avril 1887 a complété celle de 1881, en l'étendant à certaines industries et entreprises occupant plus de 5 ouvriers en moyenne, et aux industries qui emploient des matières explosibles.

Suède, Norvège et Danemark. — Les législations de ces trois pays ne contiennent aucune prescription qui règle d'une manière générale la responsabilité du patron en matière d'accident survenant à ses ouvriers dans leur travail; mais il y a certaines dispositions s'appliquant à des cas spéciaux, marins, ouvriers mineurs, domestiques, et en outre, en ce qui concerne la Suède, personnel des chemins de fer.

Mais des tentatives législatives ont été faites pour organiser l'assurance obligatoire, et tous les projets sont plus ou moins calqués sur la loi allemande de 1884; en ce qui concerne la responsabilité, le patron est civilement responsable s'il a provoqué l'accident intentionnellement ou par grave négligence.

Le droit, pour l'ouvrier, de recevoir une indemnité, cesse s'il a provoqué l'accident avec intention (projet norvégien) ou par grave négligence (projets danois et suédois).

Russie. — Le code civil ne renferme aucune disposition sur la responsabilité des patrons en cas d'accidents de travail, et le montant de l'indemnité est fixé par le tribunal.

Un projet de loi sur cette responsabilité a été successivement soumis aux différentes autorités instituées, et a été, en 1889, présenté au Conseil de l'empire.

Les chefs d'établissements ou d'entreprise sont tenus d'indemniser l'ouvrier ou sa famille, en cas d'inobservation de leur part des règlements spéciaux, en cas de négligence, ou au cas où les mesures de précaution usuelles n'auraient pas été prises. Dans ces deux derniers cas, c'est à la victime à faire la preuve.

La fixation des indemnités est laissée à la libre intervention des parties, et, à défaut d'entente amiable, l'indemmité est fixée par le tribunal.

Pays-Bas. — La législation en vigueur est la même que la législation française, par application des articles 1382 et suivant du Code civil; seulement, au lieu de :

" Tout fait quelconque de l'homme ", le code néerlandais a mis : " tout fait illicite ".

D'après la jurisprudence de la Haute Cour, chacun est, depuis 1881, responsable de tous dommages causés par sa négligence ou son imprudence, même sans infraction au droit positif.

Angleterre. — Ce grand pays industriel est placé sous le régime de la loi de 1880, mise en application en 1881 pour sept ans et renouvelée en 1888 pour sept nouvelles années. Le régime est le même que celui sous lequel nous sommes placés en France actuellement. L'accident professionnel n'est pas à la charge du patron et l'ouvrier demandeur doit faire la preuve de la responsabilité de ce dernier. Aucune loi spéciale n'est, pensons-nous, à l'état de projet devant le Parlement.

Espagne. — Un projet de loi sur la *responsabilité industrielle* vient d'être approuvé par la Commission des réformes sociales, laquelle a admis trois classes de responsabilité :

1° Responsabilité du chef de fabrique;
2° Responsabilité de l'ouvrier;
3° Responsabilité industrielle, ou risque professionnel.

La responsabilité pour les dommages que subit un travailleur par suite d'un accident professionnel, sera à la charge exclusive de l'entreprise, et le projet confie le soin de statuer sur les accidents professionnels aux jurys mixtes procédant par voie sommaire.

Italie. — Projet de loi du 13 avril 1891, déposé par M. Chimirri, ministre de l'agriculture, de l'industrie et du commerce. En admettant l'assurance obligatoire à la charge de l'entrepreneur, le gouvernement exclut la responsabilité de l'ouvrier et étend l'indemnité à toutes les infortunes, sans considération des causes, sans appréciation du plus ou moins de culpabilité. Mais le projet de loi conserve toute la responsabilité civile du patron, quand l'accident a eu lieu par sa faute, ou par suite d'inobservation des règlements, constatée par un jugement pénal; les établissements d'assurances ont droit de recours contre le patron, et la victime ou ses ayants droits obtiennent l'indemnité entière, conformément aux dispositions du Code civil.

Belgique. — Deux projets de loi sont devant la Chambre des représentants; l'un du 17 mai 1890, émanant de l'initiative parlementaire de M. Janson; l'autre, déposé par le gouvernement le 13 août 1891. Tous deux organisent l'assurance obligatoire.

Dans le projet Janson, le risque professionnel est seul à la charge du patron, et non pas les accidents dus exclusivement et manifestement à la propre négligence, à l'imprudence grave ou à des faits délictueux de la victime. Dans le cas où l'accident est dû à la faute grave du patron, les indemnités établies par la loi peuvent être augmentées au profit des victimes, à la suite d'un recours de dommages-intérêts, et dans une mesure à déterminer par les chambres arbitrales qu'institue le projet de loi.

Le projet du gouvernement s'est inspiré des études d'une Commission spéciale présidée par M. Van Berchem, conseiller à la Cour de cassation, et établit la division suivante des accidents :

1° Ou bien le dommage est dû à l'inobservation des obligations qui incombent à l'employeur, et, en ce cas, action de la partie lésée; obligation pour elle d'établir la corrélation de l'accident avec l'omission des soins prescrits, et dommages-intérêts réglés suivant le droit commun;

2° Ou bien l'accident est dû à la propre faute de la victime, faute lourde, et en ce cas, aucune indemnité n'est due;

3° Ou bien enfin, c'est un accident de travail proprement dit, donnant droit aux indemnités fixées par la loi.

Nous ferons connaître, dans la seconde partie de ce travail, nos appréciations et nos conclusions au sujet des projets de lois en élaboration, en ce qui concerne la recherche de la faute lourde.

(A suivre.)

S. PÉRISSÉ,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.

INTERVENTION DES CAISSES D'ÉPARGNE
dans la construction d'habitations ouvrières.

Dans plusieurs pays étrangers, les capitaux des Caisses d'épargne sont employés en partie à venir en aide aux travailleurs, soit en leur faisant des avances à bas prix, soit en construisant pour leur usage des logements salubres et commodes. En France, on a longtemps hésité à suivre l'exemple donné par la Caisse d'épargne de Strasbourg (1) qui, pendant l'année 1882, fit construire des habitations ouvrières pour remédier à l'état déplorable des petits logements strasbourgeois.

Ce fut en 1886 que le premier exemple de l'intervention des Caisses d'épargne dans les opérations de l'industrie privée fut donné en France. MM. Gillet, Aynard et Mangini frères (2), ayant construit à Lyon des habitations ouvrières, demandèrent à la Caisse d'épargne de cette ville, de vouloir bien leur prêter des capitaux à un taux modéré.

(1) *Habitations ouvrières en tous pays*, par E. MULLER et CACHEUX, 2e édition.

(2) Documents exposés en 1889 à la section d'Économie sociale, relative aux Habitations ouvrières.

Digitized by Google

Après examen de l'œuvre des demandeurs, et surtout en présence de leur solvabilité, le Conseil d'administration leur prêta une somme de 300 000 francs, au taux de 4 %; par suite de ce prêt, le nombre des constructions fut augmenté, et en présence des résultats financiers obtenus, MM. Aynard, Mangini et Gillet créèrent une Société au capital de 2 000 000 de francs, qui possède aujourd'hui près de 40 maisons contenant 800 logements. Cet heureux résultat est dû en grande partie à la Caisse d'épargne, qui souscrivit la moitié des actions émises par la Société anonyme des logements économiques de Lyon, à la seule condition qu'un de ses administrateurs ferait partie du Conseil d'administration de cette Société.

La Caisse d'épargne de Lyon ne consacra à l'œuvre des habitations ouvrières qu'une faible partie de ses réserves ou plutôt de ses gains obtenus par la différence d'intérêts qu'elle reçoit de la Caisse des Dépôts et Consignations et de celui qu'elle dessert à ses déposants.

La Caisse d'épargne de Marseille, grâce à l'initiative de son président, M. Eugène Rostand, que l'on trouve toujours mêlé aux œuvres qui ont pour objet l'amélioration du sort des travailleurs, alla plus loin que la Caisse d'épargne de Lyon. Elle ne consacra pas autant de capitaux à la construction d'immeubles que celle de Lyon, par contre elle n'hésita pas à agir pour son propre compte.

En 1888 (1), l'assemblée générale des directeurs de la Caisse d'épargne de Marseille décida, après avoir reçu un chaleureux appui de la Chambre de commerce et des pouvoirs publics, d'employer :

1° 160 000 francs en construction d'immeubles salubres et économiques, destinés à des familles ouvrières de nationalité française et devant être loués, soit purement et simplement à titre de bail, de telle sorte que le revenu en revienne à 3 1/2 %, soit avec une promesse de vente à prix payable par annuités;

2° 20 000 francs à aider une Société immobilière spéciale offrant toute garantie, et qui se constituerait à Marseille dans le but de construire des habitations ouvrières;

3° 70 000 francs à consentir des prêts avec garantie hypothécaire, dont le maximum individuel serait de 6 000 à 7 000 francs, à des ouvriers laborieux, désireux de construire eux-mêmes leur habitation sous le contrôle et la surveillance de la Caisse d'épargne, au point de vue de l'hygiène, de la moralité et de la solidité du travail.

Un premier décret du président de la République, du 13 juillet 1888, approuva la première partie du projet ; un second décret du 4 février de la même année, la deuxième et la troisième. Dès que les formalités furent remplies, la Caisse d'épargne de Marseille commença la construction de petites maisons indépendantes, pour une famille, qu'elle loue ou vend par annuités.

Les résultats obtenus ayant été satisfaisants, la Caisse d'épargne continua son œuvre, et elle inaugura une deuxième série d'opérations, en vertu du décret du 4 février 1889, en faisant des ouvertures de crédit, dont le maximum est de 7 000 francs, aux personnes qui désirent construire elles-mêmes, sous la seule réserve de l'examen des projets au point de vue de la salubrité. Enfin pour terminer l'accomplissement de son programme, la Caisse d'épargne a souscrit des actions de la Société des habitations salubres et à bon marché, fondée par M. Rostand, au capital de 250 000 francs, dans le but de construire des maisons à loyers.

Ainsi qu'on le voit, l'exemple complet de ce qui pourrait être fait a été donné en France, et il serait à désirer que les Caisses d'épargne de nos grandes villes, où la mortalité *des habitants est très considérable*, missent à la disposition des constructeurs de maisons salubres des capitaux à bon marché. De grands efforts sont faits pour pousser les Caisses d'épargne à entrer dans cette voie, mais nous regrettons de dire qu'ils n'ont pas encore abouti, tandis qu'en Belgique on est arrivé à des résultats merveilleux.

En effet, le 25 mars 1891 (2), la Caisse générale d'épargne et de retraite prit une décision par laquelle les Sociétés anonymes ayant pour objet exclusif, soit la construction, l'achat, la vente et la location d'habitations ouvrières, soit uniquement de consentir des prêts aux ouvriers en faveur de la construction ou de l'achat d'habitations par l'ouvrier lui-même, peuvent obtenir des avances de la Caisse : dans le premier cas, au taux de 3 % l'an, dans le second cas, au taux de 2 1/2 % à concurrence des quotités suivantes :

a) La moitié du capital souscrit et non versé par les actionnaires ;

b) La moitié de la valeur des immeubles appartenant à la Société ;

c) Les trois cinquièmes de toute garantie fournie à la Société sur des immeubles dont la valeur devra excéder d'un neuvième au moins le chiffre du prêt correspondant.

Sauf en ce qui concerne l'avance sur la partie non versée du capital souscrit, les dispositions de l'article 5 sont applicables aux Sociétés coopératives ayant exclusivement des opérations relatives aux habitations ouvrières et qui accepteront la surveillance de l'administration de la Caisse.

En outre, afin d'encourager les Sociétés de crédit à effectuer des prêts à 2 1/2 % aux ouvriers, l'arrêté a eu soin de mettre ces Sociétés à l'abri de toute idée de spéculation, en leur interdisant de posséder des immeubles à titre définitif et en limitant à 3 % le dividende à distribuer à leurs actionnaires. A Liège, la Société « le Foyer de l'ouvrier » a entrepris d'effectuer des prêts au taux réduit de 3 1/4 % l'an.

D'après les quotités que nous venons d'énumérer, il est facile de prévoir qu'une Société anonyme pourrait appliquer à des constructions un capital d'emprunt égal au montant du capital souscrit, ou employer en prêts sur garanties, un capital d'emprunt au moins égal à une fois et demie le capital souscrit et, par conséquent, à quinze fois le capital minimum qui doit être versé d'après la loi.

(1) Communication de M. Eugène Rostand, au Congrès des Caisses d'épargne, tenu à Paris en 1890.

(2) Documents publiés par la Caisse nationale d'épargne et de retraite de Belgique.

Pour répondre à l'objection relative au décès d'un ouvrier qui fait l'acquisition d'une maison par annuités, la Caisse d'épargne et de retraite, autorisée par l'article 8 de la loi du 9 août 1889, à traiter des opérations d'assurances mixtes sur la vie, permet à l'ouvrier de convertir l'amortissement affecté périodiquement au remboursement de sa dette en un paiement d'une prime d'assurance. La valeur des primes d'assurances est bien réduite en Belgique, grâce à un arrêté royal du 6 juillet 1891, qui en a déterminé les conditions. Par suite du bon marché des constructions ouvrières qui sont faites industriellement en Belgique, les primes d'assurances pourront être payées facilement par les acquéreurs de maisons par annuités.

E. CACHEUX,
Ingénieur des Arts et manufactures.

HYGIÈNE

L'ASSAINISSEMENT DE MARSEILLE (1)

I. Insalubrité de Marseille. — L'assainissement de Marseille est un problème qui se pose depuis longtemps avec un caractère de sérieuse urgence. La salubrité de cette importante cité est, en effet, de beaucoup inférieure à celle d'autres villes, même moins considérables. D'après les statistiques du docteur Mireur, président de la Commission sanitaire de Marseille, le taux de la mortalité dans cette ville pendant la période des vingt dernières années, a été de 32 pour 1 000. C'est un des chiffres les plus élevés. La moyenne de la mortalité n'est en effet que de :

31	pour 1.000	à Toulon.	25	pour 1.000	à Lille.
29	—	au Havre.	24	—	à Berlin.
28	—	à Brest.	22	—	à Lyon.
28	—	à Saint-Pétersbourg.	21	—	à Bruxelles.
28	—	à Bombay.	19	—	à Londres.

Le chiffre de 32 pour 1 000 n'est qu'une moyenne, qui est de beaucoup dépassée dans certains quartiers de Marseille, tels que celui de l'Hôtel-Dieu, où la mortalité atteint 38,9, et celui de l'Hôtel-de-Ville, où elle atteint 47,4.

Les épidémies de choléra et de variole qui ont frappé la ville en 1884 et 1885 y ont laissé de terribles souvenirs et ont montré que cette ville est dans des conditions éminemment propres au développement des maladies infectieuses. Ses relations constantes avec les pays de l'Extrême-Orient l'y exposent plus directement que toute autre cité. Certes, on prend des mesures d'assainissement et de désinfection pendant la traversée et avant le débarquement, mais il faut toujours prévoir, comme conséquence d'une faute ou d'une imprudence, l'apparition en ville d'un cas de choléra ou de fièvre jaune, et, comme le faisait si justement remarquer le docteur Fauvel, « un incendie n'est pas proportionné à l'étincelle qui lui a donné naissance, mais à la combustibilité et à l'agglomération des matières qu'il rencontre. »

L'assainissement de Marseille s'impose donc. Il s'impose, non seulement pour les considérations humanitaires que nous venons d'indiquer, mais pour d'autres encore qui ont trait à la prospérité du pays tout entier, et qui donnent à cette question un caractère d'intérêt non seulement municipal, mais général. En effet, d'après M. J.-Ch. Roux, adjoint au maire de Marseille et membre de la Chambre de Commerce de cette ville, les conséquences commerciales du choléra de 1884, à Marseille, ont été les suivantes :

	Passagers.
En 1883, il était arrivé par mers	149.192
En 1884, il n'est arrivé que.	98.277
D'où une différence en moins pour 1884 de. .	50.915
En 1883, il était parti par mers.	87.804
En 1884, il n'en est parti que.	72.663
D'où une différence en moins pour 1884 de. .	15.141

Soit un total de 66 056 passagers de moins en 1884 qu'en 1883, pour une période de quatre mois.

Quant au mouvement des navires et des marchandises, il présente une différence en moins de 3 233 navires et de 1 347 875 tonnes. Et cela serait peu de chose encore s'il ne fallait tenir compte de ce fait que lorsqu'une marchandise est détournée de sa route, il est bien difficile de l'y ramener, surtout lorsque les pays concurrents ne négligent aucun effort pour l'attirer et la retenir.

A quoi tient l'insalubrité de Marseille? Elle n'est due ni à son climat ni à la qualité de ses eaux, ni à aucune autre cause naturelle. La ville se trouve dans des conditions excellentes de climat, d'alimentation et d'aération. Son insalubrité est due à la mauvaise installation des systèmes de vidanges, à la construction défectueuse des canalisations, qui laissent s'établir de nombreuses infiltrations souterraines, enfin, à son réseau incomplet d'égouts, mal construits au point de vue de la pente et du curage, et se déversant dans le port et sur tout le littoral, aux Catalans et au Prado.

D'après le dénombrement de 1886, Marseille compte 32 653 maisons. Sur ce chiffre, 5 000 maisons ont des tinettes filtrantes, 4 000 des puisards, 10 000 des tinettes sèches, 13 600 sont dépourvues de toute espèce d'appareil. Beaucoup de maisons n'ont pas de lieux d'aisances.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, n° 25, p. 411.

Digitized by Google

Le jet direct au ruisseau ou à la rue, qui est interdit, existe de fait dans presque tous les quartiers pauvres.

Projet d'assainissement. — Cette constatation de l'insalubrité de Marseille et de ses funestes conséquences ne permettait pas d'attendre plus longtemps pour y apporter un remède énergique.

Or, deux conditions sont nécessaires pour l'assainissement d'une ville :

1° Elle doit recevoir en quantité suffisante une eau potable, à l'abri de toute souillure ;

2° Elle doit écouler sans stagnation possible et rejeter au loin, avant toute fermentation, les matières impures et les eaux usées de la vie et de l'industrie.

De ces deux parties du problème, la première est résolue par le beau travail de M. de Montricher, l'amenée à Marseille des eaux de la Durance, au moyen d'un canal qui y puise 14 mètres cubes à la seconde et amène avec une pression suffisante dans la ville, pour l'alimentation des services publics, 2 500 litres à la seconde, pouvant desservir les habitations les plus élevées.

Quant à la seconde partie du problème, la réforme du système de vidange, la municipalité de Marseille, dès son installation, la plaça au premier rang des travaux urgents à exécuter.

Le 25 juillet 1887, un arrêté du maire de Marseille, M. Baret, constituait une Commission des grands travaux d'assainissement. Le 27 décembre 1887, cette Commission, par l'organe de son rapporteur, M. Jourdan, proposait d'exécuter d'urgence le projet dit « des Ingénieurs ».

Ce projet n'envisage que les quartiers situés aux environs des quais et qui sont les plus insalubres de Marseille. C'est donc d'eux qu'il fallait s'occuper tout d'abord.

Le projet des Ingénieurs a pour but de désinfecter le vieux port, en créant deux grands égouts circulaires au nord et au sud, dont l'un va déboucher en dehors de la jetée de la Joliette, après avoir traversé tous les vieux quartiers; l'autre, dans l'anse des Catalans, après avoir reçu tous les égouts qui se déversent actuellement dans le canal de la Douane.

Ce projet améliore évidemment la situation du vieux port, du canal de la Douane et des vieux quartiers, mais il ne modifie en rien l'état des ports nord, dont plusieurs bassins sont aussi infects que le vieux port; le port de la Joliette recevant actuellement une partie des égouts de Marseille et celui de la Gare maritime recevant le ruisseau de l'Abattoir. Il ne change rien non plus à la situation du ruisseau du Jarret, de la rivière de l'Huveaume, qui continuent à être de véritables égouts à ciel ouvert, infectant tout leur parcours et allant se jeter sur la plage du Prado, où il n'existe ni fonds, ni courant. Ils souillent ainsi la partie la plus fréquentée du littoral, celle où se trouvent les plus belles promenades et les principaux établissements de bains.

Ce projet n'apporte donc qu'une amélioration partielle au point de vue de la salubrité, et cette solution ne pouvait suffire à la municipalité qui désirait réaliser l'assainissement intégral de Marseille.

La solution de cet important problème est due à M. Cartier, agent voyer en chef du département. Le système qu'il a proposé et qui a été accepté par les autorités municipales, départementales, et par les pouvoirs publics est celui du « tout à l'égout ».

Ce système a l'avantage de supprimer les fosses mobiles ou fixes, puisards, tinettes de différents genres; de supprimer du même coup les circulations et les infiltrations des liquides putrides, les émanations désagréables et dangereuses qui se produisent pendant les opérations de vidange. L'expérience de l'assainissement des villes par le « tout à l'égout » n'est, d'ailleurs, plus à faire ; les exemples de Londres, Bruxelles, Berlin, Dantzig, Francfort, etc., démontrent victorieusement que la mortalité s'est abaissée dans ces villes lorsque le « tout à l'égout » y a été installé.

Le projet de M. Cartier sur lequel nous reviendrons plus loin, consiste à construire un grand égout collecteur devant recevoir toutes les eaux résiduelles de la ville pour les rejeter en dehors du golfe de Marseille. L'étude complète du grand émissaire avait été faite par M. Cartier et un avant-projet du réseau secondaire des égouts avait été établi par M. Burle, Ingénieur, Directeur de la voirie de Marseille. Ce sont ces plans qui étaient soumis à l'examen de la municipalité.

Le 26 mars 1889, le Conseil municipal décida que les plans et devis du projet Cartier seraient envoyés à Paris, pour figurer à l'Exposition universelle de 1889, section de l'hygiène. Le jury décerna au projet une médaille d'argent et le ministre de l'Intérieur le soumit à l'appréciation du Comité consultatif d'Hygiène publique de France.

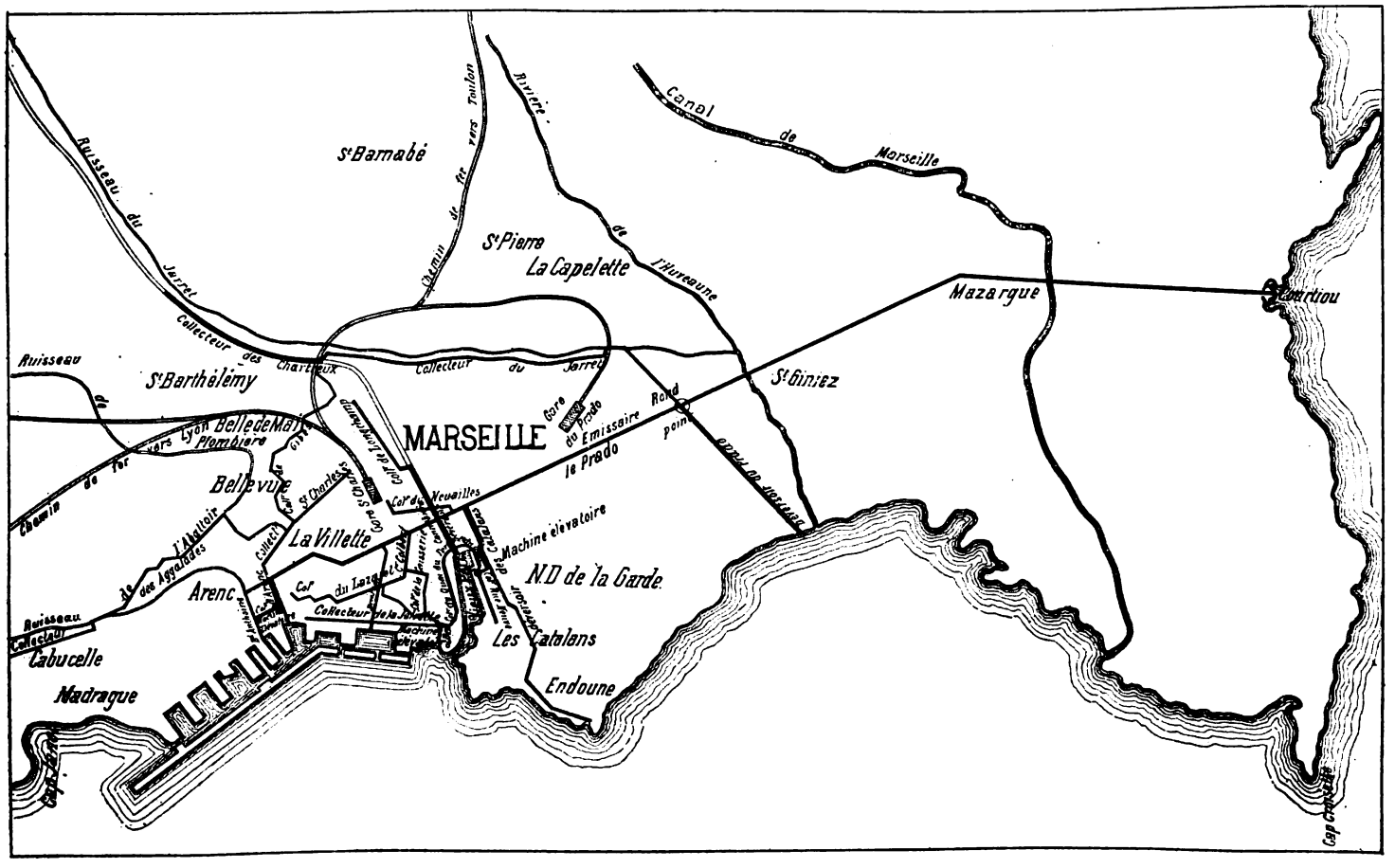


FIG. 1. — Plan général des travaux projetés pour l'assainissement de Marseille.

III. **Description du projet.** — Le programme qu'il s'agissait de remplir était le suivant :

1° Application complète du système du « tout à l'égout », c'est-à-dire la prise dans les égouts, les collecteurs secondaires et l'émissaire, des matières de vidanges, de toutes les eaux salies, provenant des maisons, des ruisseaux ou de la pluie jusqu'à concurrence de 5 millimètres, tombée en une heure, ce qui est considéré comme la quantité d'eau nécessaire au lavage des toits, des façades des maisons et des voies publiques;

2° La prise dans les égouts et collecteurs secondaires d'une quantité de pluie supplémentaire jusqu'à concurrence de 15 millimètres

il fut soumis ensuite à l'examen de la Commission des grands travaux du Conseil d'hygiène du 1er arrondissement des Bouches-du-Rhône et de la Commission des bâtiments civils. Le projet sortit victorieux de toutes ces épreuves. Dès lors, l'hésitation n'était plus possible et la municipalité de Marseille se préoccupa des moyens d'aboutir.

L'entrepreneur à qui elle a confié l'exécution de ce grand travail est M. Louis Genis, Ingénieur-directeur de la Société parisienne d'entreprise générale de travaux, qui a, il y a quinze ans, exécuté à Bruxelles des travaux d'assainissemeut à peu près semblables à la satisfaction générale et qui présentait à la ville la garantie financière de deux établissements de premier ordre, la Société marseillaise de Crédit industriel, commercial et de dépôts et la Banque Transatlantique. Le 21 août 1891, le Maire de Marseille signait avec M. Genis un contrat, dont nous résumerons plus loin les termes principaux et qui lui confiait l'exécution des travaux d'assainissement de Marseille.

Digitized by Google

tombée en une heure. L'excédent au delà de 5 millimètres peut être jeté directement à la mer par le plus prochain déversoir ;

3° La quantité d'eau consommée par habitant est supposée être de 120 litres par jour et la population de 600 habitants par hectare. Cette eau usée par les habitants doit pouvoir être écoulée en 12 heures ;

4° On admet que le surplus de la distribution d'eau telle qu'elle existe actuellement est utilisé par les services publics, tels que : arrosage des rues, fontaines, etc., et doit s'écouler dans les égouts en 24 heures.

L'utilisation des eaux d'égouts pour l'irrigation ne saurait être prévue en ce moment ; le territoire, aux environs de Marseille est occupé presque entièrement par des propriétés d'agrément, et quant aux steppes de la Crau, qui sont à 60 kilomètres de Marseille, leur sol, composé de gros galets, est tout à fait défavorable. C'est donc là une question qui doit être réservée.

Le réseau d'égouts doit transporter au loin les matières usées. Il ne doit pas les évacuer dans l'intérieur du golfe de Marseille où règne un courant sous-marin circulaire qui ramène constamment au rivage toutes les matières flottantes.

Un seul point était favorable, c'est celui qu'a heureusement choisi M. Cartier, pour y faire déboucher son grand émissaire. C'est la calanque de Cortiou, en dehors des collines de Marseille-Veyre. C'est une côte abrupte, sans arbres, inhabitée ; elle est entourée de rochers à pic qui surplombent de grands fonds que parcourt un courant rapide se dirigeant vers la pleine mer, au sud de Planier, et qui entraînera toutes les matières dans cette direction, sans aucun retour possible.

Le grand égout collecteur aura une longueur totale de 11 867 mètres, avec une pente maximum de $0^m 50$ par kilomètre et une pente minimum de $0^m 30$. La vitesse d'écoulement dans cet émissaire sera à peu près de 1 mètre par seconde, tandis qu'elle n'est que de $0^m 85$ dans le grand collecteur à Bruxelles.

Le grand égout collecteur traverse la ville dans toute sa longueur, à une profondeur assez grande pour recevoir les égouts collecteurs secondaires et déboucher en pleine mer dans la calanque de Cortiou.

Son origine est à Arenc. Il suit presque une ligne droite en passant sous la route d'Aix, les cours Belzunce et Saint-Louis, la rue de Rome, le Prado, jusqu'au rond point de l'Huveaume. Il continue en ligne droite sur le village de Mazargues, empruntant un large boulevard qui sera créé en même temps que l'égout, puis s'incline à droite pour aboutir directement à la mer. Il recevra les collecteurs secondaires de tous les bassins, les eaux du ruisseau de Plombières et du béal Magnan, le ruisseau du Jarret, l'égout du Prado, les égouts de la Cappelette, de Saint-Geniès, de Sainte-Marguerite, de l'hospice et de Mazargues.

Quant au réseau d'égouts secondaires et de canalisations, il aura 182 639 mètres de longueur.

La superficie de la ville, évaluée à 1 285 hectares, est divisée en bassins, dont les limites sont déterminées par la configuration du sol. Sous chaque rue, sous chaque impasse, il sera construit un égout ou une canalisation qui recevra directement les écoulements des habitations riveraines. Ces égouts s'écouleront directement et sans arrêt dans un collecteur secondaire qui sera construit dans la partie basse de chaque bassin et ira se déverser dans le grand collecteur émissaire.

Les égouts de la partie basse de la ville, le long des ports, ne peuvent s'écouler directement dans l'émissaire. Les eaux de ces bassins seront reprises par trois machines élévatoires, nécessitant une force totale d'environ 250 chevaux et seront rejetées dans l'émissaire.

Les eaux d'orage seront reçues dans les égouts jusqu'à concurrence d'un minimum de 15 millimètres d'eau tombée en 1 heure. La construction d'un réseau d'égouts qui pourrait débiter toutes ces eaux d'orage, quelle que soit leur importance, entraînerait à des dépenses inacceptables ; aussi a-t-on dû établir pour chaque bassin des collecteurs spéciaux ou déversoirs d'orage qui conduiront directement à la mer les eaux de pluie au delà de 5 millimètres en passant sous l'émissaire ou en allant directement de l'émissaire vers la mer.

Ces déversoirs d'orage seront mis en communication avec des égouts à un niveau supérieur à celui correspondant à 5 millimètres de pluie et aussi dans chaque ravin, directement avec les bouches d'eau de pluie à un niveau assez élevé dans la bouche pour que les eaux salies, y compris les 5 premiers millimètres de pluie, ne puissent s'y déverser.

Des précautions spéciales seront prises pour que l'air de ces collecteurs d'orage ne soit pas en communication avec l'air des égouts et collecteurs ordinaires.

De grands réservoirs établis sur les points culminants et 780 réservoirs de chasse automatiques du système Geneste et Herscher permettront de produire fréquemment des chasses et des lavages énergiques dans les égouts et canalisations. Quant au curage des égouts, dans toutes les parties où la pente sera insuffisante pour l'écoulement naturel, le curage se fera par des bateaux-vannes, prévus dans le projet.

Partout où la chose sera possible, la forme des égouts sera circulaire ou curviligne et les sections composées de lignes droites et de courbes ne seront employées que dans les collecteurs, où l'emploi de cette forme est commandée par la nécessité de se servir de wagons-vannes pour le curage.

Marseille sera, en France, la première grande ville où l'on aura appliqué sur une aussi vaste échelle la canalisation en tuyaux. Ce seront des tuyaux de grès vernissé et peut être des tuyaux de verre.

L'emploi du verre pour les égouts serait certainement l'idéal. Grâce à l'intervention de M. Léon Appert, ce progrès est à la veille d'être réalisé. Les tuyaux de verre sont plus résistants sous tous les rapports que les tuyaux de grès et, comme leur porosité est nulle, l'étanchéité de la conduite serait parfaite. M. Genis étudie le moyen de doter la ville de Marseille de ce nouveau progrès.

Règlement intérieur. — Pour compléter ce plan d'assainissement et réaliser totalement le système du « tout à l'égout », l'administration municipale a élaboré un règlement qui doit s'appliquer à tous les propriétaires d'immeubles desservis par les égouts et qui prescrit les mesures hygiéniques à appliquer dans les habitations. Il impose notamment l'obligation d'établir un cabinet d'aisances par logement, avec une canalisation d'eau spéciale, l'évacuation directe à l'égout des matières de vidanges, eaux ménagères, eaux pluviales, etc.

La quantité minimum d'eau qui devra être fournie par cabinet d'aisances sera de 20 litres par personne et par jour. Toute cuvette de cabinet d'aisances devra être munie d'un appareil formant inflexion siphoïde, à fermeture hydraulique permanente.

IV. — Conditions d'exécution du projet. — La Ville de Marseille était très désireuse d'éviter des mécomptes et de ne pas courir de risques qui pouvaient compromettre ses finances. Elle avait sous les yeux de récents exemples qui lui conseillaient la prudence : celui du canal de Marseille, dont la dépense prévue à 20 millions en a coûté plus de 100 ; celui de l'égout des Catalans qui, prévu à 430 000 francs, aura dépassé 1 million ; enfin celui du canal de Verdon qui devait coûter à la Ville d'Aix 7 millions et qui a déjà coûté 22 millions.

C'est pourquoi l'administration municipale posa dès le début les conditions suivantes :

1° Le prix sera fixé d'avance et à forfait ;

2° Ce prix ne sera dû et payable qu'après complet achèvement des travaux, réception définitive et constatation du parfait fonctionnement ;

3° L'entrepreneur sera responsable pendant toute la durée des annuités qui lui seront payées par la Ville ;

4° L'entrepreneur présentera la garantie financière de plusieurs établissements d'une solidité reconnue.

C'est dans ces conditions qu'a été passé le contrat avec M. Genis, qui présentait, comme nous l'avons dit, la garantie financière de la Banque Transatlantique et de la Société Marseillaise de crédit industriel, commercial et de dépôts.

M. Genis s'est engagé à exécuter les travaux d'assainissement dans un délai de cinq ans, moyennant la somme de 33 500 000 francs. Cette somme est payable savoir :

1° 10 millions dans les six mois de la réception définitive des travaux ;

2° Le surplus, soit 23 500 000 francs, en 50 annuités de 1 224 350 francs chacune, représentant l'amortissement du capital et les intérêts au taux de 5,21 %.

Pour faire face aux charges de ces paiements, la Ville affecte aux dix premiers millions le produit d'un droit fixe de 50 francs par mètre linéaire dont seraient frappés les immeubles situés sur les voies où de nouveaux égouts publics viendront à être établis.

Quant au paiement de l'annuité de 1 224 350 francs, la Ville y fera face au moyen d'une taxe fixe et annuelle variant de 20 francs à 200 francs sur les immeubles compris dans le périmètre desservi par les égouts.

La loi du 21 juillet 1891 a déclaré l'utilité publique de ces grands travaux d'assainissement et sanctionné les moyens d'exécution. La pose de la première pierre du grand égout collecteur a été faite récemment, au rond point du Prado, par M. de Freycinet, accompagné de plusieurs de ses collègues du Ministère. Le *Génie Civil* (1) a rendu compte de cette cérémonie d'inauguration, qui marque pour Marseille le début d'une ère nouvelle de prospérité. L'exécution de ces travaux lui permettra certainement d'affirmer sa supériorité sur ses rivales et de conserver son titre de « Reine de la Méditerranée ».

H. M.

STATISTIQUE

L'ALBUM DE STATISTIQUE GRAPHIQUE DE 1890-1891

Le Ministère des Travaux publics vient de faire paraître le douzième album, depuis l'origine de la publication, de son bel ouvrage de statistique graphique. Nous avons successivement rendu compte de ces ouvrages au fur et à mesure de leur apparition et insisté sur leur incontestable utilité : leur ensemble, qui résume d'une façon nette et pratique, perceptible, en quelque sorte, d'un seul coup d'œil, toute la série des faits accomplis dans les divers ordres d'idées commerciaux et industriels, constitue un document d'une valeur indiscutable. Après avoir permis de *constater*, il permet de *prévoir* sur des bases certaines que l'on ne possédait pas avant que M. Cheysson, dont la science, la méthode et la direction se retrouvent à chaque page dans ces ouvrages, eût fait ainsi de la statistique une matière parlante.

Le nouveau fascicule qui vient d'être publié fait honneur à l'auteur et à son programme. Il confirme l'excellente impression que les visiteurs de l'Exposition de 1889 avaient emportée de l'examen des documents analogues exposés par le Ministère des Travaux publics dans son intéressant pavillon des jardins du Trocadéro.

Nous ne reviendrons pas sur les données générales du mécanisme des albums de statistique graphique : elles sont connues et appréciées de nos lecteurs. Mais nous croyons intéressant de passer en revue sommairement les planches spéciales qui ont été annexées à la récente

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 25, p. 411.

Digitized by Google

édition annuelle, en y ajoutant, d'après le *Bulletin officiel du Ministère des Travaux publics*, quelques commentaires dont la lecture présente un attrait documentaire évident.

Chemins de fer. — Les planches de fondation (1) consacrées aux chemins de fer se rapportent toutes à 1889. Ainsi se trouve définitivement réalisé ce progrès poursuivi par étapes dans les précédents albums et qui se traduit par le gain d'une année dans la fraîcheur des renseignements relatifs aux mouvements des hommes et des choses sur les voies ferrées.

L'année 1889 est l'année de l'Exposition universelle et bénéficie de l'élan que cette brillante solennité a imprimé à tous les courants de circulation. Cependant on aurait tort d'attribuer aux expositions une influence décisive sur les trafics des chemins de fer et sur les transactions en général. Elles peuvent, il est vrai, masquer en partie les effets d'une crise ou majorer ceux d'une période prospère ; mais elles sont dominées par les circonstances économiques du moment et du milieu. Sur la courbe des recettes kilométriques depuis trente ans par exemple, on reconnaît que cette influence des expositions se traduit par une simple dentelure et que l'allure générale de la courbe est déterminée par ces grandes ondes de crise ou de reprise qui parcourent à la fois tous les pays.

L'année 1889 appartenant à cette période marquée de reprise, dont les derniers albums se sont plu à signaler les symptômes concordants, il était naturel de s'attendre à un notable accroissement du trafic de cette année, sous la double impulsion du mouvement général des affaires et de l'Exposition universelle.

C'est en effet ce que constatent les cinq premières planches de l'album. De 1888 à 1889, le nombre des voyageurs kilométriques s'est accru de 7 208 653 853 à 8 627 871 321 (en plus 20 %) ; celui des tonnes kilométriques a non seulement atteint le chiffre de 10 milliards, perdu depuis 1885 jusqu'à 1887, mais a encore dépassé celui de 11 milliards (11 052 369 941), supérieur de plus de 600 millions à celui de 1888 (643 234 973), soit près de 6 %. D'une année à l'autre la longueur moyenne du réseau exploité passait de 32 128 kilomètres à 32 914, ce qui correspond à un allongement de 786 kilomètres, ou de 2,5 % constitué par des lignes généralement peu productives.

Quant aux recettes kilométriques, elles ont participé à la plus-value du trafic, malgré l'addition de ces 786 kilomètres de lignes nouvelles et les importantes réductions de tarif accordées au public pour faciliter la visite de l'Exposition universelle. C'est ainsi que les recettes brutes se sont élevées de 32 487 francs à 34 770 francs (en plus 7 %), et les recettes nettes de 15 620 francs à 16 879 francs (en plus 8 %). On continue à mesurer dans ces chiffres les efforts que font les compagnies pour réaliser des économies et améliorer leur coefficient d'exploitation.

La planche 5 figure le nombre et les recettes des colis postaux de 1881 à 1889. On y voit la progression constante de ce service, qui, en 1889, est arrivé à transporter plus de 30 millions (30 352 563) de colis et petits paquets, et à réaliser une recette de 24 164 747 francs. En regard de cette progression continue, un diagramme spécial permet de comparer la stagnation du mouvement des autres paquets expédiés par la grande vitesse. et dont le nombre est resté sensiblement stationnaire depuis 1882. Les dégrèvements qui vont être apportés à ce genre d'expédition arriveront avec beaucoup d'opportunité pour lui rendre l'élan que semble lui retirer l'élévation actuelle des tarifs.

La planche 6 représente les longueurs des chemins de fer dans les divers pays du globe au 1er janvier 1889, à la fois comme chiffres absolus et comme chiffres proportionnels à la surface et à la population de chaque pays.

La longueur totale est de 571 771 kilomètres, dont 214 252 pour l'Europe et 251 292 pour les Etats-Unis. Elle se répartit ainsi entre les divers États :

Parties du monde.	Contrées. Pays.	Longueurs absolues. kilom.	Longueurs %. Partielles.	Longueurs %. Totales.
Europe.	Allemagne	40.826	7.1	37.5
	France	35.264	6.2	
	Grande-Bretagne	31.897	5.6	
	Russie	29.410	5.1	
	Autriche	25.735	4.5	
	Italie	12.351	2.2	
	Divers	38.773	6.8	
Amérique.	Etats-Unis	251.292	43.9	53.1
	Canada	20.442	3.6	
	Divers	32.271	5.6	
Asie	Indes anglaises	23.359	4.1	5.0
	Divers	5.056	0.9	
Australie		8.309	1.6	1.5
Afrique		16.790	2.9	2.9
		571.771	100.0	100.0

L'Album de 1885 contenait une planche analogue pour l'état des chemins de fer du globe en 1883. Leur longueur totale à cette date était de 447 100 kilomètres. Ells s'est donc accrue en six ans de 124 671 kilomètres ou de 20 778 kilomètres par an. Sur cet accroissement total, l'Europe figure pour 31 064 kilomètres ou 25 %, et les Etats-Unis pour 57 324 kilomètres ou 46 %. Au cours de cette même période, l'Allemagne est passée de 35 907 à 40 826 kilomètres et la France de de 29 688 à 34 264 kilomètres, tandis que le réseau anglais, restant presque stationnaire, ne s'élevait que de 30 179 à 31 897 kilomètres.

Quant aux coefficients par myriamètre carré et par 10 000 habitants, il est intéressant d'en suivre la valeur pour les différents pays, malgré les réserves qu'appelle ce *critérium*, qui ne tient compte ni de la richesse du pays ni de la productivité du réseau. Les contrées à faible densité et à grand territoire, comme la Suède, les Etats-Unis, le Canada, l'Australie, ont un coefficient très élevé pour la population et très bas pour la superficie. L'inverse se produit pour les contrées industrielles et à grande densité, comme l'Angleterre et la Belgique, où le second coefficient l'emporte notablement sur le premier. Enfin ces deux coefficients sont très voisins là où se rencontre l'équilibre entre la population et le territoire, comme en Allemagne, en France, en Espagne, en Suisse.

L'œuvre des chemins de fer, qui s'est accomplie en moins d'un demi-siècle et qui renouvelle sous nos yeux la face du monde, a exigé de la part de la génération actuelle un effort véritablement gigantesque. L'ensemble des réseaux ne représente pas une dépense inférieure à 152 milliards et immobilise tous les ans un capital de près de 7 milliards. De pareils chiffres démontrent le prix que tous les peuples attachent à se doter de ce merveilleux instrument, aussi indispensable désormais à leur expansion agricole et industrielle qu'à leur puissance politique et militaire.

La planche 7, tout particulièrement originale, représente les vitesses d'un train express, le train n° 11, enregistrées par le *chronotachymètre* le 22 janvier 1891 entre Paris et Dijon.

Le chronotachymètre, adopté par la Compagnie de Lyon, est un appareil enregistreur qui s'installe sur la locomotive en relation avec ses organes moteurs et qui écrit sur une bande de papier l'histoire du train. Il fait ainsi connaître l'allure de ce train à chaque point du parcours, constate sa régularité, ou au contraire dénonce ses ralentissements ou ses excès de vitesse pour regagner le temps perdu. C'est un surveillant fidèle et continu, dont on ne peut récuser le témoignage et qui tient constamment en haleine le personnel par la certitude d'une délation automatique et d'une répression disciplinaire en cas de faute. S'il survient un accident, les inscriptions de l'enregistreur peuvent également fournir de précieuses données pour en éclaircir les circonstances et pour établir les responsabilités en jeu.

Ces enregistreurs mécaniques se répandent de plus en plus dans l'industrie, à laquelle ils rendent de signalés services en facilitant la surveillance, en consolidant la discipline et en conjurant des négligences ou des infractions, qui pourraient avoir de fâcheuses conséquences pour le rendement industriel et pour la sécurité des agents ou du public. L'album de statistique graphique signale avec utilité l'application d'un de ces ingénieux appareils au contrôle de la marche des trains.

Navigation intérieure. — Pour les voies navigables, la planche d'ensemble qui donne leur tonnage général, se rapporte à l'année 1890, ce qui représente, pour ainsi dire, le dernier mot de l'actualité statistique. Mais les quatre planches (9 à 12) qui décomposent ce tonnage par courants de transport et par nature de marchandises ont trait, comme pour les chemins de fer, à l'année 1889. Il convient donc de rapprocher ces quatre planches non de la planche qui les précède, mais de la planche 8 du dernier Album qui figure le tonnage général des voies navigables en 1889.

Tandis que les précédents Albums signalaient la continuation ininterrompue du progrès dans le trafic des voies navigables, celui-ci constate l'arrêt de ce mouvement. Le tonnage est resté stationnaire de 1889 à 1890 aux environs de 3 milliards de tonnes kilométriques contre 11 milliards pour les chemins de fer.

Néanmoins quelques-unes des artères de la navigation intérieure présentent un trafic comparable et même supérieur à celui des chemins de fer les plus fréquentés. Ainsi, le maximum du tonnage moyen sur le réseau du Nord (entre Amiens et Lille) et sur le réseau de Paris à Lyon et à la Méditerranée (entre Lyon et Marseille) est de 2 413 000 tonnes, tandis que l'on rencontre sur la Seine, entre Conflans et la Briche, un tonnage moyen de 3 104 300 tonnes, et sur le canal latéral à l'Oise, entre Chauny et Janville, un tonnage moyen de 3 253 400 tonnes.

Les voies navigables se sont donc fait une large place dans la répartition des transports, notamment pour les matières pondéreuses, et elles ont, vis-à-vis des chemins de fer, à jouer un rôle important, non d'ennemis mais d'auxiliaires et de modérateurs.

La planche 13 montre précisément les services que rend la batellerie à l'approvisionnement de la capitale. Comparé au total des marchandises apportées ou emportées par les chemins de fer en 1889, le mouvement du port de Paris représente 27 % pour les expéditions, 40 % pour les arrivages, soit 37 % dans les deux sens. Ainsi, sur 100 tonnes de marchandises, entrant à Paris ou en sortant par ces deux voies, 63 empruntent les chemins de fer et 37 la navigation.

Le port de Paris est le plus grand port de France. Par exemple, en 1889, il a reçu, tant à la remonte qu'à la descente, 3 898 000 tonnes et en a expédié 869 000, soit ensemble 4 767 000 tonnes (non compris 1 380 000 tonnes pour le transit et le trafic local), alors que les chiffres correspondants du port de Marseille sont de 2 795 000 tonnes pour les arrivages et de 1 680 000 tonnes pour les expéditions; total : 4 475 000 tonnes.

Ce qui caractérise le mouvement du port de Paris, c'est la prédominance très accentuée des arrivages sur les expéditions. Pour 100 tonnes que la batellerie apporte à la capitale, elle n'en rapporte que

(1) Les planches *de fondation* sont celles qui se reproduisent chaque année dans l'album de statistique graphique et forment une série ininterrompue. Les planches *spéciales* sont celles qui ont été motivées par une série de faits économiques récents ou exceptionnels.

Digitized by Google

22. Paris est un grand consommateur et n'exporte que des produits de forte valeur et de faible poids. C'est le fret de retour qui fait défaut aux entreprises de transport desservant Paris.

Cette planche permet de suivre depuis 1883 la progression du tonnage de la batellerie parisienne, mais en même temps la diminution de son effectif, ce qui s'explique par la transformation de son matériel, dont les dimensions et le tirant d'eau ont pu s'accroître avec l'amélioration des voies navigables.

Navigation maritime. — La planche 14 représente pour chacun des principaux ports maritimes du globe sa profondeur d'eau et ses conditions d'accostage. Ces ports sont partagés en trois catégories, savoir : ceux dans lesquels les navires de 8 mètres de tirant d'eau peuvent accoster un quai; ceux dans lesquels, sans avoir de quais d'accostage, ces mêmes navires trouvent un abri suffisant pour opérer en tout temps par allèges; enfin ceux où ils doivent mouiller sur rade. Des signes conventionnels distinguent les ports de ces trois catégories.

La planche 15 traduit le mouvement général du cabotage dans les ports français de 1837 à 1889, et l'exprime tant à l'aide du nombre des navires et du personnel de leurs équipages que de leur tonnage de jauge et de leur tonnage effectif. Elle fait apparaître l'influence de l'introduction des navires à vapeur, dont chacun équivaut en moyenne, comme tonnage de jauge, à six navires à voile, sans compter leur plus-value de rendement par la rapidité de leur allure. Aussi, bien que le nombre total des navires soit tombé de 110 000 à 70 000, entre 1837 et 1889, leur tonnage de jauge a-t-il doublé, dans le même laps de temps, en s'élevant de 3 millions à 6 millions de tonneaux, pendant que le tonnage effectif passait de 1 750 000 à 2 500 000 tonnes. On voit que la progression du tonnage effectif est moins rapide que celle du tonnage de jauge, ce qui tient à la plus forte proportion des navires sur lest, et dès lors à l'utilisation moins satisfaisante de leur capacité de transport.

Par suite de l'accroissement de la productivité de la main-d'œuvre qui accompagne partout l'emploi de la vapeur, le nombre d'hommes d'équipage pour 1 000 tonneaux de jauge est tombé dans ce demi-siècle de 135 à 60, c'est-à-dire s'est réduit de plus de moitié. Le même personnel qu'en 1837 suffit donc à desservir aujourd'hui la batellerie du cabotage, malgré le doublement de ses tonneaux de jauge.

La planche 16 indique, pour nos dix principaux ports, le poids et la valeur des importations et des exportations de 1876 à 1889. On constate dans tous ces diagrammes ce caractère commun que l'on signalait plus haut pour le port de Paris : à savoir, la grande prédominance des entrées sur les sorties, c'est-à-dire l'absence de fret de retour. On reconnaît en outre que la valeur des marchandises exportées est très supérieure à celle des marchandises importées. Ainsi, au Havre, la valeur moyenne de la tonne est de 2 500 francs pour les premières et de 500 francs pour les secondes.

Sauf le port de Dunkerque, dont les importations sont en grand progrès, l'ensemble des autres ports témoigne d'un état sensiblement stationnaire pour les tonnages et même légèrement rétrograde pour les valeurs, eu égard à l'abaissement presque général du prix unitaire des marchandises.

Routes nationales. — La planche 17 se compose de deux cartogrammes consacrés aux routes nationales : le premier donne le prix moyen de la journée des cantonniers et auxiliaires, et le second, le prix moyen d'un mètre cube de matériaux d'empierrement. Outre ces indications, relatives à l'année 1889 et à chaque département, des diagrammes, disposés en cartouche, retracent les variations du prix de la journée et du prix des matériaux de 1878 à 1889, mais pour la France entière.

On voit, sur le cartogramme de gauche, que les hauts salaires se cantonnent surtout aux environs de Paris et dans le Nord, pendant qu'ailleurs, sauf dans le Rhône et les Bouches-du-Rhône, ils restent, en général, au-dessous du taux moyen, qui est égal à 2 fr. 78 pour toute la France. Cette moyenne n'était en 1872 que de 2 fr. 10, ce qui représente une hausse de 0 fr. 68 ou de 32 °/₀ en 17 ans, soit près de 2 °/₀ par an.

Quant au prix des matériaux, il relève de circonstances plutôt géologiques qu'économiques et donne lieu dès lors à un cartogramme plus bigarré que celui de la main-d'œuvre. Il faut d'ailleurs remarquer que le haut prix des matériaux peut n'être pas pour un département une cause d'infériorité, s'ils ont une qualité au moins équivalente à leur prix. Le prix moyen par mètre cube est resté sensiblement stationnaire pendant la période considérée (8 francs en 1872; 7 fr. 86 en 1889).

Circulation parisienne. — Dans les Albums de 1880 à 1883, on a publié tous les ans trois planches de fondation relatives aux recettes des omnibus et des tramways dans Paris et sa banlieue. Depuis lors, l'abondance des matières avait fait renoncer à cette insertion annuelle. Mais, par suite de l'importance des questions ayant trait aux transports dans Paris et eu égard à la reprise de l'étude du métropolitain, il a semblé bon de revenir, au moins pour cette année, sur cette statistique qui offre un véritable caractère d'actualité. Seulement, au lieu d'exprimer, comme autrefois, le mouvement sur les lignes d'omnibus et de tramways par leurs recettes kilométriques, on a cru qu'il serait plus suggestif de le figurer par le nombre de voyageurs qu'elles ont desservis. Tel est l'objet des planches 18 à 20.

La planche 18 est consacrée aux omnibus (à deux et trois chevaux) circulant dans Paris; la planche 19, aux tramways intra-muros et, à titre de comparaison, aux bateaux-omnibus et aux gares intérieures; enfin la planche 20, aux tramways et aux bateaux qui mettent en relation la capitale et sa banlieue. Le tableau ci-après résume les résultats généraux de ces divers mouvements en 1889 :

Réseaux	Longueur	Recettes	Nombre de voyageurs — total	Nombre de voyageurs — par kilomètre	Recette moyenne par voyageur
	kilom.	francs			fr. c.
INTRA-MUROS					
Omnibus	228	23.000.999	119.794.000	524.500	0 19
Tramways	103	16.428.364	88.630.000	860.500	0 19
Bateaux (1)	12	»	28.294.000	2.357.800	»
Chemin de ceinture (2)	39	6.491.335	37.396.000	959.000	0 17
EXTRA-MUROS					
Tramways (3)	164	8.641.565	60.140.000	367.000	0 15
Bateaux (3)	13	»	4.592.000	358.700	»
TOTAUX	559		338.846.000	606.000	

Le nombre des voyageurs transportés sur les chemins de fer français en 1889 a été, pour tout le pays, de 244 165 000, c'est-à-dire d'un tiers environ inférieur à la circulation de Paris et de sa banlieue.

Rapportée à la longueur entière du réseau des chemins de fer, leur fréquentation a été égale à 262 134, c'est-à-dire à moins de moitié (43 °/₀) de celle qui correspond à l'ensemble des voies de Paris.

Lorsqu'on rapproche les sections les plus fréquentées du réseau ferré et du réseau parisien, la comparaison tourne encore à l'avantage de ce dernier. En effet, si l'on a sur la ligne de Paris à Rouen 1 752 000 voyageurs par kilomètre; sur celle de Paris à Creil 1 720 000; sur celle de Paris à Lyon 1 356 000, on en trouve 1 546 000 sur le tramway de Montparnasse à l'Etoile; 1 557 000 sur celui de l'Etoile à la Villette; 1 789 800 sur celui de la Bastille à la porte Ornano; 1 912 700 sur celui de Montrouge à la gare de l'Est; 3 223 900 sur la ligne des omnibus de la Madeleine à la Bastille. Les bateaux-omnibus, à l'intérieur de Paris, offrent, de leur côté, une fréquentation moyenne de 2 357 800 voyageurs par kilomètre. Paris est comme un réservoir inépuisable de transports. Toute facilité nouvelle qu'on leur donne les provoque et reste inférieure aux besoins, loin de les dépasser.

On ne saurait trouver un argument plus frappant et plus sincère en faveur de la construction si regrettablement retardée du réseau métropolitain de Paris, que l'examen des planches concernant la circulation parisienne dans l'Album du Ministère des Travaux Publics. Les résultats sont parlants et toute discussion devient oiseuse en présence des faits observés et relatés dans leur exactitude mathématique.

Accidents du travail. — Par suite de l'intérêt croissant qui s'attache aux questions concernant le régime du travail, la santé et le bien-être de l'ouvrier, on a traduit dans la dernière planche de l'Album (n° 21) la statistique des accidents du travail en Allemagne pendant l'année 1887.

On sait que, dans ce pays, l'assurance contre les accidents, telle que l'a organisée le loi du 6 juillet 1884, est obligatoire; qu'elle incombe exclusivement aux patrons constitués en corporations professionnelles et plus ou moins autonomes; enfin qu'elle ne s'applique qu'aux accidents mortels ou entraînant une incapacité de travail supérieure à treize semaines. Pour les accidents de moindre gravité, dont le nombre est infiniment plus considérable, les blessés sont justiciables de la Caisse d'assurances contre les maladies (loi du 15 juin 1883), dont les charges pèsent sur les ouvriers jusqu'à concurrence des deux tiers.

La loi du 6 juillet 1884, restreinte d'abord aux ouvriers industriels, a été successivement étendue aux fonctionnaires, aux paysans et forestiers, aux ouvriers des chantiers de travaux publics et aux marins par cinq lois échelonnées de 1884 à 1887.

La planche 21 se rapporte à l'année 1887, c'est-à-dire aux premiers cadres de l'assurance, et comprend : d'une part, les résultats généraux pour tout l'Empire et, de l'autre, les résultats détaillés pour les 32 principales corporations.

A la fin de 1886, on comptait 62 corporations, dont 24 s'étendaient à plus d'un État et 26 à tout l'Empire (mines, carrières, verrerie, céramique, produits chimiques, sucrerie, typographie, chemins de fer, papeterie, etc.). Ces corporations embrassaient 319 453 établissements et 3 861 560 ouvriers, ce qui fait en moyenne par corporation 5 152 établissements et 62 283 ouvriers. Quelques corporations sont beaucoup plus importantes; celle des mineurs, par exemple, ne comprend pas moins de 343 619 ouvriers.

Le nombre des victimes ressortissant à la loi de 1884 a été en 1887 de 15 970; mais, comme on l'a dit plus haut, ce nombre est très inférieur à celui des blessés, qui s'est élevé à 165 475. On voit qu'en écartant les accidents dont les suites ne dépassent pas treize semaines, la loi d'assurance en élimine près des $^{6}/_{7}$ ou de 86 °/₀. Sur les 15 970 blessés, 2 956 victimes ont succombé et ont laissé après elles 1 892 veuves, 4 229 orphelins et 197 ascendants, c'est-à-dire un total de 6 318 personnes qui étaient à leur charge et auxquelles l'assurance doit venir en aide.

Le nombre des tués ressort à 0,77 pour 1 000 assurés. Si l'on admet que la mortalité moyenne naturelle des ouvriers soit de 1 °/₀, on voit qu'elle est augmentée d'environ 8 °/₀ par le risque professionnel. Pour les blessés, la proportion moyenne est de 4,14 pour 1 000 assurés.

(1) La statistique des bateaux-omnibus donne leur fréquentation mais non leurs recettes.

(2) Non compris la ligne de Puteaux au Champ-de-Mars ouverte à l'exploitation le 1er mai 1889.

(3) Pour les tramways et bateaux qui pénètrent dans Paris, on a distingué les voyageurs d'après les parcours intra et extra-muros, de sorte qu'un même voyageur allant, par exemple, du square Cluny à Ivry figure pour deux voyageurs.

Digitized by Google

Dans la partie de la planche qui figure les résultats détaillés, on voit les variations de ces coefficients, suivant les corporations, qui sont classées d'après leurs chances d'accident. Ainsi, à côté des moyennes générales de 77 tués et de 414 blessés pour 100 000 assurés, on voit que la brasserie présente 148 tués et 908 blessés ; les mines, 245 tués et 830 blessés ; les conducteurs de voitures, 240 tués et 808 blessés. A l'autre bout de l'échelle, l'industrie du vêtement n'a donné que 3 tués et 79 blessés ; celle du tabac, 6 tués et 51 blessés.

On comprend l'importance de ces données pour une organisation rationnelle de l'assurance contre les accidents. Ce n'est qu'en les multipliant et en les précisant par une longue suite d'observations méthodiques que l'on peut calculer sûrement les risques, les primes et les conséquences financières d'une loi de ce genre.

INFORMATIONS

Réorganisation de la Manufacture de Sèvres.

Rapport au Président de la République française.

Monsieur le Président,

La manufacture nationale de Sèvres a été, depuis quelques années, l'objet de critiques dont l'examen s'est imposé à l'attention du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Une enquête, qui peut être considérée comme close désormais, a établi que dans ces critiques il y avait une part de vérité et qu'il convenait d'introduire dans le régime de cet établissement des modifications importantes.

Je me hâte de déclarer toutefois que de l'enquête poursuivie par mon administration, et à laquelle se sont associées les Chambres et la presse spéciale, il résulte nettement que la manufacture de Sèvres est toujours à la hauteur de son glorieux passé. On y travaille avec le même soin qu'autrefois ; aujourd'hui comme hier, la supériorité de ses produits est reconnue dans le monde entier ; ses laboratoires n'ont pas cessé de rendre à l'industrie privée des services incontestés.

Dans le pays tout entier, et notamment à Limoges, centre de notre industrie porcelainière, il a été facile de recueillir à cet égard les témoignages les plus positifs. Les fabricants manifestent hautements l'estime en laquelle ils tiennent la manufacture : ils sont les premiers à vanter l'irréprochable exécution de ses produits et parlent notamment avec reconnaissance de cette pâte nouvelle, créée par le laboratoire de Sèvres, que l'industrie limousine utilise avec tant de succès. Ils insistent, enfin, sur le prestige, si précieux pour eux, dont la renommée universelle des porcelaines de Sèvres couvre à l'étranger les produits de notre industrie nationale.

La manufacture n'a donc pas dégénéré. Néanmoins, il faut reconnaître que son organisation, qui date en partie du siècle dernier, n'est plus tout à fait en harmonie avec les besoins du temps présent.

En effet, il ne s'agit plus d'acclimater en France une industrie particulière et de la faire vivre aux dépens de tous pour qu'elle satisfasse à des fantaisies luxueuses. En outre, la fabrication de la céramique est, à l'heure actuelle, en pleine transformation ; les exemples de l'Extrême-Orient, les recherches de la chimie, le développement des arts décoratifs, produisent chaque jour des découvertes nouvelles. Si la manufacture veut accomplir dignement sa tâche, il faut que toujours elle marche avec le progrès et que, le plus souvent, elle le dirige. Outillée puissamment comme elle l'est, elle doit sans cesse accroître l'importance de ses recherches de laboratoire, en démontrer l'utilité et mettre au service de l'industrie nationale les résultats de tous ses efforts.

Enfin, et c'est un point sur lequel je ne saurais trop insister, aujourd'hui le rôle de l'Etat en matière d'art est avant tout un rôle d'enseignement. La mission d'un établissement entretenu aux frais du budget doit donc être une mission éducatrice. Non seulement une manufacture nationale a le devoir de fournir des spécimens d'un art achevé propres à élever le niveau du goût dans le pays, mais elle doit être encore un centre d'enseignement et former, en vue de l'intérêt général, des artistes et des ouvriers d'art.

A la fois établissement artistique, centre de recherches scientifiques et école supérieure, la manufacture de Sèvres a besoin d'une organisation qui réponde à ce triple caractère.

Or, à ces divers points de vue, le régime actuel est défectueux. Les divers services de la manufacture, trop nombreux, trop indépendants les uns des autres, semblent poursuivre isolément leurs travaux ; les intérêts réciproques et connexes de la décoration artistique et des applications industrielles n'y sont point liés assez étroitement. Si un enseignement d'art est donné à Sèvres, il manque de développement et ne revêt point ce caractère normal et pratique qu'on demande à une école d'application.

Pour remédier à ces inconvénients, j'ai l'honneur, Monsieur le Président, de vous proposer l'organisation suivante. Adoptée par le Conseil supérieur des Beaux-Arts, elle présente l'avantage de définir clairement les attributions et d'établir avec toute la netteté désirable les responsabilités de chaque service.

La manufacture comprendra désormais deux grandes sections :

1° La direction des travaux d'art ;

2° La direction des travaux techniques.

L'opinion est unanime à proclamer que Sèvres doit rester avant tout un grand établissement artistique. L'application à la céramique des principes généraux de l'art décoratif doit y tenir la première place. Dans l'avis qu'il a émis au sujet de la réforme de la manufacture, le Conseil supérieur des Beaux-Arts a insisté particulièrement sur la prépondérance qu'il convient de donner à la question d'art. C'est donc à la Direction des travaux d'art qu'il appartiendra de chercher des formes nouvelles, de fournir les modèles de pièces et les modèles de décoration, d'indiquer la décoration que recevront les pièces fabriquées, d'appliquer, enfin, les ressources variées de l'ornementation, non pas seulement à la porcelaine, mais aux divers produits de l'art céramique.

La direction des travaux techniques se chargera d'exécuter les projets arrêtés par la Direction d'art. Réunissant les services aujourd'hui séparés des recherches scientifiques et de la fabrication, elle gouvernera le domaine de la science et celui du métier. Elle poursuivra dans le laboratoire le perfectionnement des procédés et, en étendant le champ des découvertes, elle permettra à l'industrie française de lutter avec plus de chances de succès contre la concurrence de l'étranger.

Bien que distinctes l'une de l'autre et libres chacune dans sa spécialité, il importe que la Direction d'art et la Direction technique se pénètrent réciproquement, se prêtent incessamment concours et fassent converger leurs efforts vers le but commun. C'est à un administrateur, représentant du pouvoir central, ayant autorité sur tout le personnel de la manufacture, qu'il appartiendra de faciliter les rapports entre les deux grands services spéciaux et de maintenir entre eux l'unité. L'administrateur sera responsable envers le Ministre de la gestion générale de l'établissement.

Ainsi reconstituée, la manufacture continuera à fabriquer ce type historique de porcelaine française qui défie encore toute comparaison. Mais il lui faut, en outre, ne pas perdre de vue qu'à une époque où l'art céramique est en plein progrès, elle ne doit point s'immobiliser. Sans renoncer à ce qu'il y a d'inattaquable dans ses traditions, elle constituera fortement une fabrication nouvelle à côté de l'ancienne et s'efforcera sans cesse d'étendre son domaine.

A l'école dont j'établis plus haut la nécessité seront formés des artistes et des ouvriers d'art qui pourront, à la fin de leurs études, ayant reçu une éducation céramique complète, apporter dans les ateliers privés leur habileté et leur talent. L'école sera divisée en deux sections : la section d'application décorative, la section d'application technique. Elle recevra deux catégories de jeunes gens, les uns pour être initiés à l'art décoratif dans ses applications à la céramique, les autres pour étudier les procédés divers employés dans la fabrication. Les premiers justifieront, pour être admis, de connaissances acquises dans l'étude du dessin ; ils pourront donc se consacrer immédiatement à des travaux pratiques, composer des projets de décoration et faire leurs preuves comme décorateurs. Les seconds devront être munis de certificats d'apprentissage établissant qu'ils possèdent déjà des notions générales sur la fabrication et qu'ils ont fait les études au moins élémentaires de dessin linéaire et géométrique nécessaires à l'ouvrier céramiste.

A leur sortie de l'école, les élèves qui auront subi avec succès les épreuves réglementaires recevront un diplôme. Ils seront désignés ainsi à l'attention des industriels ou pourront, si les besoins de la manufacture l'exigent, être conservés par elle, soit comme artistes, soit comme ouvriers.

Le musée céramique, la bibliothèque et les archives continueront à mettre leurs richesses à la disposition du public. Un catalogue descriptif du musée sera établi à bref délai.

Telles sont, Monsieur le Président, les considérations qui m'ont amené à vous proposer l'approbation du projet de réorganisation qui fait l'objet du décret ci-joint.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
LÉON BOURGEOIS.

Le Président de la République française,

Vu l'avis du conseil supérieur des beaux arts, en date du 22 juillet 1891 ;
Sur le rapport du ministre de l'instruction publique et des beaux arts,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — La manufacture nationale de Sèvres a pour objet :

1° La fabrication de la porcelaine dure et de produits céramiques offrant un intérêt d'art ou d'enseignement ;

2° L'étude et la vulgarisation des procédés artistiques et chimiques applicables à l'art et à l'industrie céramiques ;

3° L'enseignement normal de la céramique.

ART. 2. — La manufacture met ses formules à la disposition de l'industrie privée. Elle communique aux fabricants, autorisés par le ministre, le résultat de ses travaux artistiques et techniques. Elle se charge d'exécuter, sur leur demande, toutes autres recherches susceptibles de servir au développement et progrès de la production nationale.

ART. 3. — L'école instituée à la manufacture a pour but de former des artistes et des ouvriers d'art.

Elle est divisée en deux sections :

1° L'école d'application décorative à la céramique ;

2° L'école d'application technique à la céramique.

Elle se recrute par voie de concours.

Le progrès des études, ainsi que les conditions d'âge et d'aptitude que devront remplir les élèves, seront fixés par un règlement ultérieur.

ART. 4. — La manufacture comprend trois services :

1° L'administration ;

2° La direction des travaux d'art ;

3° La direction des services techniques.

ART. 5. — L'administrateur de la manufacture a autorité sur tout le personnel ; seul il correspond avec l'administration centrale.

Digitized by Google

Il assure le fonctionnement des divers services et maintient entre eux l'unité nécessaire ; il est responsable de la gestion générale de l'établissement ; il contrôle la comptabilité ; il centralise les commandes ; il est chargé des relations avec le public.

Chaque semaine, il réunit le directeur des travaux d'art et le directeur des travaux techniques, afin d'examiner avec eux les questions qui intéressent à la fois les deux services.

Tous les trois mois, il adresse au ministre un rapport d'ensemble sur la situation de la manufacture.

ART. 6. — Le directeur des travaux d'art est chargé de tout ce qui concerne l'établissement des modèles (formes et décors), et la décoration des pièces fabriquées.

Aucun projet ne peut être exécuté à la manufacture s'il n'a été adopté par lui.

Les ateliers d'art sont placés sous ses ordres et sous sa responsabilité.

Il dirige les études à l'école d'application décorative.

Tous les trois mois, il adresse au ministre, par l'intermédiaire de l'administrateur, un rapport sur les résultats obtenus dans son service.

ART. 7. — Le directeur des travaux techniques est chargé de tout ce qui concerne les recherches scientifiques en vue de la découverte, du perfectionnement et de l'application des procédés relatifs à la préparation et à l'emploi des pâtes, émaux, couleurs et autres matières ; la fabrication des pièces d'après les modèles fournis et selon les indications données par la direction des travaux d'art.

Les ateliers de fabrication, le laboratoire, les fours et les moufles sont placés sous ses ordres et sous sa responsabilité.

Il dirige les études à l'école d'application technique.

Tous les trois mois il adresse au Ministre, par l'intermédiaire de l'administrateur, un rapport sur les résultats obtenus dans son service.

ART. 8. — Le musée céramique de la manufacture recueille, classe et conserve tous les produits anciens et modernes, d'origine française et étrangère, présentant un intérêt pour l'histoire de l'art et de l'industrie céramiques. Il doit former une collection de tous les produits sortis des ateliers de l'établissement. Un catalogue descriptif est mis à la disposition du public.

La bibliothèque, les archives de toutes les collections formées à la manufacture sont réunies au musée.

ART. 9. — Dans les trois mois qui suivront la promulgation du présent décret, un règlement spécial déterminera les modifications à introduire dans l'organisation intérieure de la manufacture, en conséquence des prescriptions ci-dessus.

ART. 10. — Sont abrogées toutes les dispositions antérieures contraires au présent décret.

ART. 11. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 15 décembre 1891.

Par le Président de la République : CARNOT.

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
LÉON BOURGEOIS.

A la suite du décret ci-dessus et par arrêté du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, M. BAUMGART (Emile) a été nommé administrateur de la Manufacture de Sèvres ; M. COUTAN (Jules-Félix) a été nommé directeur des travaux d'art de la Manufacture, et M. VOGT (Georges), directeur des travaux techniques.

M. Baumgart était précédemment administrateur adjoint de la Manufacture et conservateur du Musée. M. Coutan est le sculpteur bien connu, auquel l'on doit la grande fontaine du bassin central du Champ de Mars, à l'Exposition de 1889. Enfin M. Vogt, ancien élève de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, est un Ingénieur distingué, qui dirigeait déjà le laboratoire de chimie à la Manufacture de Sèvres.

Appareil de photographie automatique de M. Enjalbert.

Depuis l'invention des glaces au gélatino-bromure, la photographie est devenue pour ainsi dire automatique ; mais, cependant, il faut encore, après avoir appuyé sur le bouton de l'obturateur pour obtenir une image *latente*, que l'opérateur se livre aux opérations du développement, du fixage et du tirage.

M. Enjalbert a voulu supprimer tout cela, ou du moins il a voulu supprimer l'opérateur : pour avoir son portrait, il suffit de glisser dans une boîte, par une fente ménagée *ad hoc*, un jeton ou une pièce de monnaie.

Nous nous proposons d'indiquer ici le principe et les organes essentiels de l'appareil au moyen duquel l'inventeur est arrivé à résoudre un problème aussi complexe.

Le dessin ci-joint (fig. 1) est une coupe par un plan vertical dans le sens de la largeur ; il suppose le spectateur placé devant l'appareil comme s'il voulait se faire photographier ; l'objectif, qui n'est pas figuré, se trouvant en avant vers le point M.

Le procédé photographique employé est celui de la ferrotypie. On sait qu'il consiste à employer comme support une plaque de tôle vernie, plaque qu'on recouvre d'une couche de collodion, qui est ensuite rendue sensible en l'immergeant dans une solution de nitrate d'argent. La tôle étant vernie en noir, l'image apparaît en positive aussitôt après le développement. C'est le procédé employé pour les appareils américains qui sont exploités par les industriels forains et qui portent douze objectifs semblables donnant d'un seul coup douze images de la grandeur d'un timbre-poste. En employant ce procédé, M. Enjalbert avait l'avantage de pouvoir obtenir immédiatement une image positive, et, de plus, de mettre à profit les propriétés magnétiques du fer. C'est, en effet, au moyen d'aimants et d'électro-aimants qui prennent les plaques et les lâchent au moment voulu, que l'inventeur a réalisé automatiquement toutes les opérations du collodionnage, de la sensibilisation, de la pose, du développement, des lavages et du fixage.

Les plaques sont placées en P, empilées les unes sur les autres et séparées chacune par le cadre en cuivre estampé qui doit servir à les encadrer après toutes les opérations terminées. Tout l'appareil est mis en mouvement par un petit moteur électrique, d'une construction spéciale très ingénieuse, placé en L dans le socle de l'appareil ; quatre éléments d'une pile au bichromate ou quatre accumulateurs fournissent le courant. C'est la pièce de monnaie, en tombant, qui ferme le circuit et met le moteur en mouvement ; l'arbre N, qui traverse tout l'appareil, transmet ce mouvement aux différents organes.

Au moment où le circuit est fermé, un électro-aimant attire le levier qui est rattaché au poussoir H, destiné à faire glisser vers la droite la plaque qui se trouve en dessous ; l'électro I la saisit en ce moment et l'amène sous un compte-gouttes K qui reçoit le collodion d'un réservoir F. Le courant arrive à ce moment précis dans un électro-aimant qui, attirant le levier coudé A, fait manœuvrer ce compte-gouttes de façon qu'il se soulève et laisse tomber quelques gouttes sur la plaque ; aussitôt, au moyen de cames disposées sur l'arbre du moteur, la tige qui supporte l'aimant I se met à osciller dans tous les sens de manière à répartir uniformément le collodion sur toute la surface de la plaque. Cela fait, elle est amenée au niveau d'une tringle RE qui reçoit un mouvement de gauche à droite au moment où le levier R est attiré par un électro-aimant placé en face de lui. Ce mouvement de la tringle se produit quand la plaque arrive à son niveau et a pour but de la faire glisser sur le support B, puis aussitôt sur le support CM, l'aimant M étant alors au niveau de la

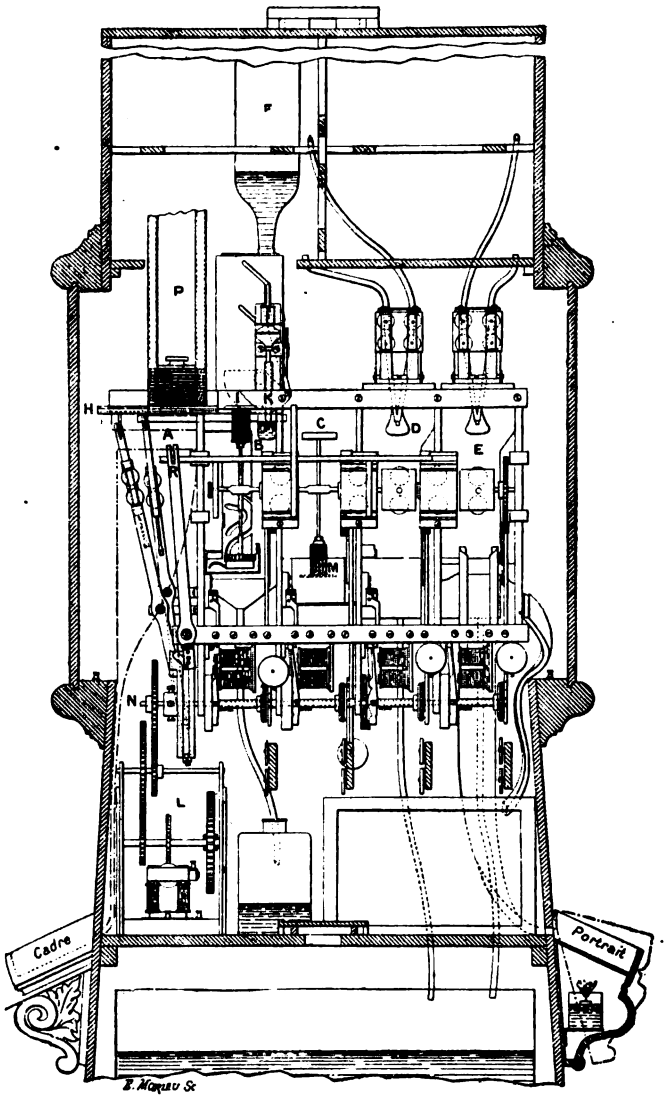


FIG. 1. — Appareil de photographie automatique.

tringle. Dès que la plaque est fixée sur cet aimant, le support CM bascule et elle vient se sensibiliser en plongeant dans un vase contenant le bain d'argent. C'est la position dans laquelle elle est représentée sur notre dessin. Aussitôt après, au moyen des cames manœuvrées par le moteur, le même levier CM accomplit un quart de tour et la plaque, toujours fixée en M, vient se présenter devant l'objectif. L'obturateur s'ouvre alors pendant un instant, puis se referme. Une sonnerie retentit tout le temps que dure la pose afin d'avertir la personne qui pose. L'obturateur une fois refermé, la plaque vient se présenter de nouveau sous la tringle RE, qui la fait passer sous le bec aplati D, extrémité d'un tube en caoutchouc amenant la solution contenue dans un réservoir supérieur (non représenté sur le dessin) et destinée à développer l'image. Aussitôt que la plaque est en position, le robinet s'ouvre, le liquide s'écoule, passe sur la plaque où l'image apparaît et tombe dans un réservoir inférieur.

Le bec D aboutit à deux tubes menant l'un au réservoir de développement, l'autre à l'eau de lavage. Dès que le développement est terminé, l'écoulement du bain révélateur cesse et est remplacé par l'écoulement de l'eau.

La plaque est ensuite amenée sous le bec E où coulent d'abord le

Digitized by Google

bain d'hyposulfite pour fixer l'image et ensuite la dernière eau de lavage.

Le mode d'ouverture et de fermeture des tubes est très simple. Chaque tube, en caoutchouc, se trouve comprimé par une petite plaque de fer qui sert d'armature à un électro-aimant; dès que le courant passe, celui-ci la soulève et le tube devenu libre laisse circuler le liquide. On voit cette disposition indiquée sur le dessin au-dessus de D et E.

Toutes les opérations étant terminées, la plaque se trouve détachée de tout support par le jeu de la tringle RE, et elle tombe dans un conduit qui l'amène hors de l'appareil. Une petite lampe à alcool est placée sous la tablette où elle arrive et la sèche en un instant. De l'autre côté, sur une autre tablette, tombe le cadre destiné à l'encadrement du portrait.

Toutes les opérations sont indiquées au client qui est assis sur un fauteuil en face de l'objectif. Il n'a qu'à regarder le cadran placé sur le devant de l'appareil et où une aiguille lui indique successivement toutes les phases par lesquelles passe la plaque.

Ajoutons en terminant que d'ici à peu de temps on pourra probablement voir un peu partout de ces intéressants appareils à Paris dans les endroits fréquentés du public.

G. Mareschal.

Utilisation du chlorure de calcium dans les canalisations de gaz.

Le retour de l'hiver a porté tout particulièrement l'attention des gaziers sur les appareils susceptibles de souffrir des atteintes de la gelée. On a jugé que les procédés employés jusqu'à présent pour prévenir ou atténuer les effets du froid, étaient imparfaits ou trop coûteux, et on a essayé un produit d'un prix peu élevé et d'un maniement facile: le chlorure de calcium. Voici quelques intéressants détails à ce sujet, d'après le *Bulletin de l'Association des Gaziers belges*.

Le chlorure de calcium, mis en présence de la glace, la fait fondre rapidement, et sa dissolution a la propriété de ne pas se congeler aux températures les plus basses de nos climats. On n'avait guère utilisé, pratiquement, que cette dernière propriété; mais, à la suite des derniers froids, on a été amené à essayer, sur une plus grande échelle, l'action dissolvante de ce liquide sur la glace.

Eclairage public. — Au moment des fortes gelées, de nombreuses extinctions partielles se produisent parfois, causées par la formation de bouchons de glace et non de naphtaline, ces derniers étant relativement rares. On peut expliquer ces obstructions de la manière suivante: La vapeur d'eau, contenue dans le gaz, arrivant dans la colonne montante, beaucoup plus froide que la conduite, se condense sur les parois et les tapisse de petites aiguilles de glace. Quand cette couche a acquis une certaine épaisseur, un choc ou un changement de température la détache, elle tombe et s'amasse en un point du tuyau, les glaçons se soudent entre eux et forment un bouchon de glace qui obstrue l'arrivée du gaz. Il arrive même, si la gelée est forte et persistante, que ce phénomène se produise dans la canalisation. Dans ce cas, les autres condensations viennent s'ajouter et il se forme un amas de glace qui, réduisant dans de fortes proportions le diamètre de la conduite, amène une diminution notable de pression, quelquefois même une extinction.

On est parvenu à remédier à ces inconvénients avec la dissolution à 25° ou 30° Baumé de chlorure de calcium, dont le mode d'emploi est des plus simples: chaque homme, chargé de la surveillance de l'éclairage, porte en bandoulière un bidon et un entonnoir. Pour déboucher une lanterne, il dévisse la chandelle, introduit l'entonnoir dans le robinet et y verse par portions, un décilitre environ et souvent moins, de la dissolution.

Si la glace s'est formée dans la canalisation même, on y introduit le liquide de la même manière; on juge approximativement de la place où se trouve l'obstruction, par une simple observation de la pression et, connaissant la pente de la conduite, on se place un peu au-dessus de l'endroit présumé. L'action est très rapide. On a remarqué de plus que les colonnes montantes, débouchées une première fois, restent environ de 8 à 15 jours sans présenter de nouvelles obstructions, alors que précédemment elles s'obstruaient chaque jour et, souvent, plusieurs fois dans la même soirée. Ce fait peut s'expliquer. La dissolution de chlorure de calcium étant assez sirupeuse, mouille les parois du tuyau et y adhère. La vapeur d'eau, arrivant toujours, se condense, mais la formation de glace est impossible, la dissolution étant incongelable. Les molécules de gaz, en contact avec la paroi, sont, de plus, dépouillées de leur vapeur d'eau. Ce fait se reproduit jusqu'à disparition complète du sel.

En ce qui concerne les obstructions dans les conduites, on ne peut indiquer, *a priori*, les quantités à employer et le temps nécessaire pour obtenir le résultat cherché, les circonstances variant avec chaque cas; mais l'expérience a montré que le procédé était aussi efficace. On peut citer à l'appui un cas qui s'est présenté dans une des concessions de l'agglomération de Bruxelles:

Une conduite de 75 millimètres traversait à découvert un ponceau ayant environ 1 mètre d'ouverture. La rue étant très en pente et sur une grande longueur, toutes les condensations produites sur une distance de près de 2 kilomètres se rendaient dans un réceptacle situé à 150 mètres plus bas que ce passage. Trente-cinq lanternes étaient alimentées par cette conduite à partir du ponceau jusqu'au point le plus élevé formant changement de pente. Au moment des fortes gelées, on constata que la flamme de la première lanterne diminuait, puis vacillait et finalement s'éteignait; peu après, la seconde faiblissait et s'éteignait aussi, puis la troisième commençant à baisser, on examina le réceptacle: ce dernier était en bon état et ne contenait que peu d'eau. Il y avait donc dans la conduite une obstruction qui empêchait les condensations de se rendre à ce réceptacle. L'extinction ayant commencé par la première lanterne située à 15 mètres environ du ponceau, on supposa que l'obstruction existait au passage à découvert et était causée par un bouchon de glace. On versa dans cette lanterne 20 litres de chlorure de calcium vers 2 heures de l'après-midi, et à 4 heures le service était complètement rétabli.

En plus de ces considérations, il faut examiner la question d'économie. Auparavant, on employait principalement l'alcool dénaturé. Bien que la quantité de chlorure de calcium nécessaire à chaque opération soit plus forte que pour l'alcool, la dépense est considérablement réduite. L'alcool revient en moyenne à 1 franc le litre. Le chlorure de calcium coûte environ 8 francs les 100 kilogr. Pour obtenir une solution marquant de 27° à 30° Baumé, il faut dissoudre 25 kilogr. dans 30 litres d'eau. Le litre revient donc à 7 centimes. En admettant que la moyenne de solution à verser soit de 1 décilitre par lanterne, tandis qu'elle ne serait que de 7 centilitres d'alcool, la dépense s'élèvera à 0,007, c'est-à-dire 1 centime au plus pour le chlorure de calcium, et à 7 centimes pour l'alcool, en supposant la main-d'œuvre égale dans les deux cas.

L'action chimique du chlorure de calcium, provenant de la fabrication de la soude à l'ammoniaque, sur les matières employées dans les canalisations, est nulle. Ce corps n'attaque pas la fonte et n'a aucune action sur le caoutchouc. Deux bagues de cette dernière substance laissées l'une dans une dissolution à 25°, l'autre dans une dissolution à 30° Baumé, n'ont subi en plus de quatre mois aucune modification.

A un autre point de vue purement pratique, ce composé est encore préférable à l'alcool. Les ouvriers qui employaient ce dernier produit se plaignaient souvent de son odeur désagréable et irritante. Le chlorure de calcium a peu d'odeur; son principal inconvénient, qui est de poisser assez fortement les mains, peut être évité avec un peu de soin.

Compteurs. — L'emploi du chlorure de calcium pour les compteurs tend aussi à se généraliser de plus en plus. Dans le compte rendu du Congrès tenu en juin 1886 par la Société technique de l'Industrie du Gaz, on trouve une communication sur l'emploi de ce produit dans les compteurs à gaz. Dans le *Journal des Usines à gaz* de mars 1880, cette communication est rappelée et complétée par de nouvelles observations. Les auteurs s'attachent surtout à montrer que le chlorure de calcium, tout en ne détériorant pas les organes des compteurs, permet d'éviter la congélation du liquide et d'entretenir un niveau constant dans l'appareil. Mais, bien que préconisant l'emploi de ce produit, ils font certaines réserves au point de vue du précipité de carbonate de chaux qui peut se former plus ou moins abondamment, suivant la composition du gaz.

Un fait récent vient de confirmer ces réserves. Dans une petite usine, afin de prévenir les effets de la gelée sur le compteur de fabrication, on avait introduit du chlorure de calcium dans la proportion de 10 % en poids. Un mois après, environ, on s'aperçoit que le volant ne tournait pas librement. La plaque enlevée, on trouva un dépôt épais et abondant de carbonate de chaux.

Il semble résulter de ce fait que le chlorure de calcium peut, dans certains cas, présenter des inconvénients qui tendraient à en limiter l'emploi dans les petites usines.

Eclairage électrique de l'Exposition de Chicago en 1893.

La Commission supérieure a décidé que tous les palais de l'Exposition sans exception seraient ouverts le soir. L'éclairage sera assuré, sans compter les lampes entretenues par les exposants, par 5 000 lampes à arc de 2 000 bougies et 14 500 lampes à incandescence de 16 bougies. Ces dernières sont réservées au palais des Beaux-Arts et à l'Exposition féminine. Les lampes à arc seront réparties comme suit :

Palais des Manufactures	2.000
Salle des Machines	600
Palais de l'Agriculture	500
Palais de l'Electricité	400
Mines	400
Moyens de transport	400
Pavillon des Forêts	150

L'éclairage des sections étrangères sera organisé par leurs Commissions nationales respectives, d'accord avec le directeur général.

C.

Canalisation en papier durci.

Une compagnie américaine fabrique des tubes en papier destinés à l'établissement des canalisations électriques à l'intérieur des habitations. Le papier est préalablement trempé dans un bain de bitume à la température de 240° environ. Les tubes ont de 6 à 40 millimètres de diamètre. Ils reçoivent deux fils quand le courant est de faible intensité et un seul quand le courant est plus intense. On les dissimule dans les parois ou bien on les laisse visibles en les recouvrant par la tenture de l'appartement. Les jonctions se font au moyen de manchons également en papier.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE
des Électriciens.

Novembre 1891.

Les courants alternatifs polyphasés. — L'exposition d'électricité qui vient d'avoir lieu à Francfort-sur-Mein a mis à l'ordre du jour une question aussi originale en principe qu'importante par les applications variées auxquelles elle est appelée dans l'avenir : celle des *courants alternatifs polyphasés*. .

Cette question, qui passionne actuellement les électriciens, a été traitée par M. Ed. Hospitalier avec une clarté d'exposition allant de pair avec la compétence de l'auteur ; aussi, nous bornant au résumé des quelques définitions suivantes, renverrons-nous les intéressés à la lecture des nos 82 et 83 du *Bulletin* de la Société internationale des Électriciens.

Lorsque deux courants alternatifs semblables, courants dont on peut figurer la fréquence et l'intensité par des courbures sinusoïdales, passent aux mêmes instants par les mêmes valeurs, on dit qu'ils ont même période et même phase ; mais si, conservant la même période, leurs valeurs nulles et maxima ne coïncident plus, on les qualifie décalés ou *déphasés* ; on a deux phases différentes et des *courants diphasés*. De même, avec trois courants décalés d'un tiers de période l'un par rapport à l'autre, on obtient des courants *triphasés* ; dans ce cas remarquable, la somme des trois courants traversant chacun des fils est toujours nulle, chacun de ces fils servant de retour, en succession de phases, à la somme des courants qui passent par les deux autres. D'où il résulte qu'on peut donner la même section aux trois conducteurs et les disposer symétriquement.

Comme spécimen d'application industrielle pratique, M. Hospitalier cite l'installation de Lauffen et la dynamo construite par M. Brown, d'Œrlikon, machine dont la vitesse angulaire de 150 tours par minute produit une vitesse de 40 périodes par seconde ; il décrit les transformateurs à trois noyaux cylindriques appropriés à des tensions de 15 à 25 000 volts, ainsi que tous les moyeux dont on s'est servi pour produire, tranformer et transporter les courants alternatifs polyphasés, et termine en montrant les avantages que procurera leur application aux divers appareils thermiques, mécaniques et électrochimiques.

« On peut considérer les courants alternatifs polyphasés, a dit l'auteur au cours de son attrayante communication appuyée de curieuses expériences, comme le dernier avatar *actuel* de l'énergie électrique. »

La navigation électrique de plaisance. — M. Ch. Jacquin a fait ensuite l'historique de la navigation électrique de plaisance dont, avec raison, il est grand partisan. Il a montré, à l'aide de nombreuses projections, les progrès réalisés à l'étranger et notamment en Angleterre, où une Compagnie exploite régulièrement une partie du cours de la Tamise.

Les amateurs de ce mode de locomotion apprécient surtout la commodité qu'il procure en l'absence de tout bruit de machinerie, de poussière, de bruit et d'odeur.

Il est certain que dès que leur prix d'achat sera diminué et leur vitesse augmentée, les bateaux électriques de plaisance feront abandonner souvent la voile, l'aviron et surtout la chaudière.

ALSA.

SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

La Société a repris le cours de ses séances dans la grande salle, complètement remise à neuf, de l'hôtel qu'elle occupe boulevard Saint-Germain.

Parmi les communications qui lui sont parvenues pendant sa fermeture, nous ne trouvons guère à signaler que des renseignements adressés sur l'Afrique australe par M. Edouard Foa, qui, débarqué au Cap, a traversé le pays, se dirigeant vers le nord, jusqu'au Zambèze. L'exploitation des mines de diamants a surtout attiré son attention ; il a visité Kimberley, une ville de mineurs, qui compte 6 à 8 000 habitants européens de toute nationalité ; on n'y voit partout que cheminées, machines, appareils d'exploitation. Le minerai, qui a l'aspect du marbre brut et la couleur noire, présente une grande dureté ; après l'avoir extrait, on le laisse assez longtemps à l'air et à l'humidité, seule manière de diminuer sa dureté afin de pouvoir l'utiliser. Les ouvriers employés dans les mines sont des noirs recrutés dans les pays environnants, et dont le voyageur estime le nombre à 8 à 10 000. Le minerai étant devenu plus malléable, on procède au lavage à la machine, lavage à grande eau qui enlève la terre ou le sable adhérent ; les résidus, contenant le diamant, sont ensuite traités par un autre lavage, tamisés et triés plusieurs fois par des individus différents. On évalue la production des mines de Kimberley, à 3 000 carats par jour, ce qui, au prix moyen du marché, équivaut à la somme de 131 750 francs.

De Kimberley au Transvaal, le pays est, paraît-il, admirable. Si la ville de Kimberley est située au milieu des mines de diamants, Johannisburg, la seconde ville du Transvaal (dont Prétoria est la capitale), se trouve au centre des mines d'or. Cet endroit de Johannisburg est une curiosité pour la rapidité avec laquelle il s'est développé et peuplé. Naguère, sur son emplacement, on ne voyait que quelques huttes de mineurs : aujourd'hui, c'est une ville qui a des rues tracées, des monuments en pierre et une population de 25 à 30 000 habitants européens. En revanche, peu ou même point d'indigènes.

Ces mines d'or sont moins profondément exploitées que celles de diamants dont nous parlions tout à l'heure ; on n'y travaille encore qu'à 140 à 150 mètres au-dessous de la surface du sol, tandis qu'à Kimberley, la mine de Beers, par exemple, descend à 422 mètres. A Johannisburg, l'or se présente sous forme de filon. La moyenne obtenue par tonne de minerai est d'une once et demie, ce qui est peu. On trouve également de l'or d'alluvion au Transvaal, mais il n'est pas sérieusement exploité.

Prétoria, la capitale, est le point de départ de tous ces pionniers venus du dehors, et s'en allant à la recherche de mines plus ou moins réelles. C'est une véritable fièvre ; dans la ville, on ne voit que gens qui prétendent avoir découvert une mine ; d'autres exploitent la crédulité publique ; des syndicats, la plupart éphémères, se forment par centaines. L'objectif de tous, on ne sait pas pourquoi, car rien ne prouve que le pays contienne les richesses qu'on lui suppose, est le Mashonaland, que des Angtais, toujours à l'affût des bonnes occasions, sont en train d'explorer.

GUILL. DEPPING.

BIBLIOGRAPHIE

La Chimie des teinturiers (nouveau traité théorique et pratique de l'art de la teinture et de l'impression) par M. O. PIEQUET, Ingénieur-chimiste. Louis Camut, libraire-éditeur, à Paris. Prix : **30** francs.

L'ouvrage que M. O. Piequet vient de faire paraître sur la teinture est, malgré son titre modeste, un Traité général renfermant sous une forme condensée tout ce que les teinturiers ont intérêt à connaître. Il traite d'abord des produits chimiques qui trouvent leur emploi dans les teintureries ou les impressions. Corps simples, acides, sels métalliques appliqués au mordançage, à la teinture, à la fabrication des tissus incombustibles, etc. ; produits organiques, huiles et savons, alcools, etc., tout est passé en revue, d'une façon fort judicieuse et sans omettre aucun des composés ou aucune de leurs applications susceptibles d'un réel intérêt pour le teinturier. L'ouvrage continue par une étude sommaire de la théorie de la teinture et de celle des couleurs : les travaux de Chevreul et ceux de M. Rosenstiehl y sont analysés ; les conseils très raisonnés de M. Decaux sur l'étude de la teinture sont ensuite résumés. Entre les chapitres très bien conçus qui traitent des différentes fibres et celui consacré à leur blanchiment, les épaississants sont passés en revue. Puis viennent, selon un ordre logique, d'abord les mordants, qui ont été étudiés dans les premiers chapitres comme produits chimiques, mais qui le sont maintenant au point de vue de leur fixation dans le mordançage ; ensuite les diverses matières colorantes naturelles : préparation, composition, propriétés, application en teinture et en impression ; enfin les matières colorantes artificielles ; le noir d'aniline est tout particulièrement développé, pour terminer par un chapitre synthétisant les procédés d'application des couleurs artificielles, couleurs d'aniline et couleurs azoïques.

Les derniers chapitres renferment une foule de renseignements précieux sur l'installation et le fonctionnement du petit laboratoire que le teinturier doit avoir à sa disposition pour préparer et classer ses échantillons, analyser et essayer ses drogues et ses matières colorantes, essayer les couleurs que le fabricant vient lui proposer, leur valeur au point de vue tinctorial, leur résistance à la lumière, au savon, au foulage ; en dernier lieu pour essayer les fils et les tissus teints. L'ouvrage se termine par quelques conseils professionnels sur l'hygiène, par les tables de densités, etc ; par le vocabulaire des termes employés dans les ateliers, et enfin par un petit chapitre de bibliographie raisonnée.

Un appendice de 16 pages et 10 cartes donne 120 recettes de teinture et d'impression avec échantillons à l'appui.

Cette analyse sommaire donne déjà une idée de l'esprit dans lequel M. O. Piequet a écrit *la Chimie des teinturiers*. Ingénieur d'une compétence bien connue dans toutes les questions de teinture, à la tête d'un grand établissement, il a voulu faire sur son art un Traité général, aussi bien théorique que pratique ; car ce qui fait le véritable teinturier, c'est la science théorique jointe à la pratique.

La Chimie des teinturiers est plus qu'un manuel, c'est un Traité complet, et l'auteur a fait preuve d'une véritable habileté en sachant renfermer sa matière dans un seul volume ; car toutes les questions intéressantes y sont traitées et mises très souvent à leur point juste. Il a su éviter un écueil fort grave : celui de s'étendre trop sur le côté théorique ; il n'en donne que ce qui est tout à fait indispensable, et avec raison : qu'a besoin le teinturier de connaître à fond la fabrication et la nature si complexe des couleurs artificielles s'il ne sait pas les employer utilement ? L'ouvrage est bien conçu et fort pratique ; l'étude de chaque matière colorante est accompagnée généralement de la recette la meilleure pour l'appliquer sur les différentes fibres ; enfin la collection d'échantillons éclaire ces recettes, les confirme et, ce qui est des plus intéressants, l'auteur a fourni pour quelques-unes de ces recettes le prix de revient. Voilà une heureuse innovation : tous les auteurs l'ont négligée jusqu'à ce jour, et pourtant, qu'est-ce qui intéresse surtout le teinturier ? n'est-ce pas le prix de revient, avec les explications détaillées pour réussir la teinture ? Ils sont portés à croire qu'ils font une œuvre utile, en se contentant de donner le résumé des recettes fournies par le fabricant de couleurs. Mais les teinturiers ont ces recettes, et la publication d'ouvrages de ce genre n'aurait d'autre effet que d'éloigner les spécialistes de la lecture d'ouvrages plus sérieux. *La Chimie des teinturiers* est donc une œuvre fort intéressante, et un ouvrage à recommander.

Etude théorique et pratique sur les engrenages, par Albert HUGON, Ingénieur. Librairie polytechnique, Baudry et Cie, éditeurs. Paris, 1891.

L'auteur, dans ce traité théorique et pratique, s'est proposé de faire une théorie des engrenages hyperboliques par une analyse directe et simple, sans passer par la composition générale des mouvements de rotation et de translation des corps solides. Les engrenages cylindriques et les engrenages coniques, n'étant que des cas particuliers des engrenages hyperboliques, trouvent leur théorie dans ce traité. C'est surtout la théorie des engrenages héliçoïdaux que l'auteur développe comme cas particulier des engrenages hyperboliques. Les engrenages héliçoïdaux ont l'avantage de se prêter à l'établissement de séries et sont d'une application très fréquente quand les axes ne se rencontrent pas et qu'il ne s'agit pas de transmettre de grandes forces. Cette étude très intéressante se termine par de nombreuses applications qui en rendent la lecture très profitable.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Traité pratique d'électricité, à l'usage des ingénieurs et des constructeurs, par Félix LUCAS. Un volume grand in-8° illustré. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris. Prix : **15** francs.

Agenda Oppermann pour 1892, à l'usage des ingénieurs, architectes, agents-voyers, conducteurs de travaux, mécaniciens, industriels, entrepreneurs. Carnet de poche. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris. Prix : **3** francs.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 9. N° 499. Samedi 2 Janvier 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Excavateur et amalgamateur combinés, p. 141 ; — Tramway funiculaire de la rue Broadway, à New-York (*planche X*), p. 142. — **Navigation** : L'Association technique maritime. Session de 1891 (*suite*), p. 142 ; Léon Vivet. — **Etudes économiques** : La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes (*suite*), p. 144 ; A. Gibon ; — Revue des questions ouvrières, p. 147 ; Max Duchanoy ; — De la responsabilité et de la faute lourde en matière d'accidents du travail (*suite et fin*), p. 148 ; S. Périssé. — **Etudes et travaux parlementaires** : Modifications à la loi sur les sociétés en vue de faciliter la participation aux bénéfices et de la compléter en ce qui concerne les sociétés civiles, p. 149 ; G. Latouche. — **Chemins de fer** : Gare à voyageurs de Saint-Louis (Missouri), p. 150. — **Variétés** : La chronophotographie, p. 152 ; G. Mareschal. — **Jurisprudence** : Chronique de jurisprudence, p. 153 ; Cunisset-Carnot. — **Nécrologie** : Henri de Lapommeraye, p. 153. — **Informations** : Encombrement du sous-sol des rues de New-York, p. 154 ; — Vitesses américaines, p. 154.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 16 novembre 1891, p. 155 ; G. Petit. — Société internationale des électriciens, séance du 2 décembre 1891, p. 155 ; Alsa. — Société centrale des Architectes, p. 155. — Société de géographie de Paris, séances de novembre 1891, p. 156 ; Guill. Depping.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 156.

Planche X : Tramway funiculaire de la rue Broadway, à New-York.

MÉCANIQUE

EXCAVATEUR ET AMALGAMATEUR COMBINÉS

On sait que les placers Californiens sont actuellement beaucoup moins exploités qu'autrefois : les mineurs, devenus plus difficiles, recherchent les couches alluvionnaires qui fournissent à bon compte et très rapidement les paillettes d'or, et se soucient peu des résultats indiqués par les Ingénieurs, qui comptent par le poids de métal précieux contenu au mètre cube de gravier. Néanmoins, l'emploi de moyens mécaniques perfectionnés assure encore aux recherches et aux travaux d'exploitation une rémunération convenable, et on a eu particulièrement, dans ces dernières années, l'idée de les appliquer soit sur les placers déjà exploités, soit sur les champs encore vierges de l'Idaho, l'Utah, l'Arizona, le Nouveau Mexique, le Colorado, etc. L'un de ces procédés, dû à M. Berneth, de Summit (Colorado, Etats-Unis), et dont nous empruntons la description et le dessin (fig. 1) au journal

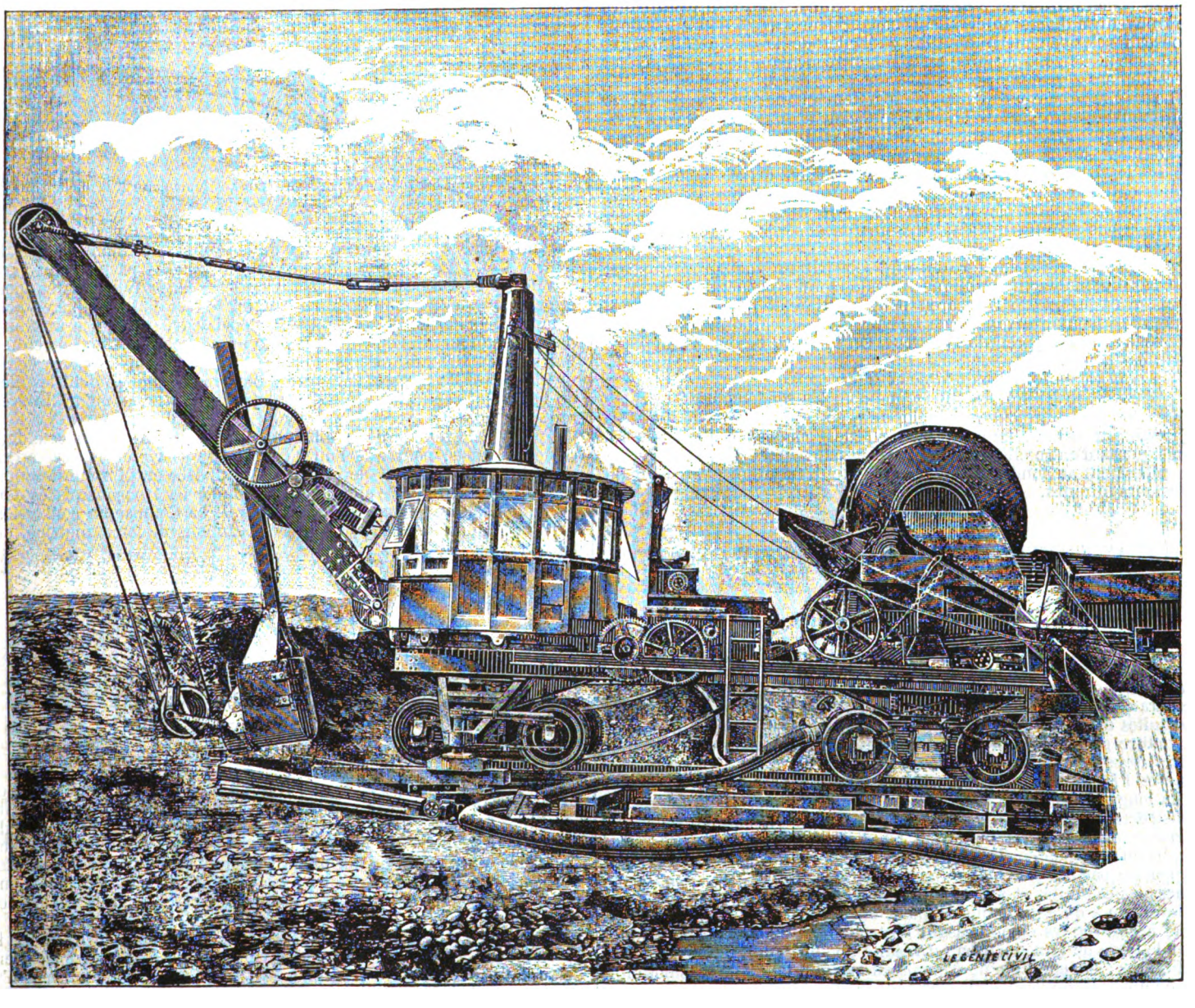


Fig. 1. — Excavateur et amalgamateur combinés.

Engineering, consiste dans la combinaison d'un excavateur avec un amalgamateur.

L'excavateur est du type à cuiller, très largement répandu en Amérique ; mais la force motrice est empruntée à l'électricité. Quatre

Digitized by Google

machines électriques sont disposées sur une plate-forme tournante sur laquelle est articulé le pied de la volée de l'excavateur. La première commande le mouvement préparatoire de la cuiller, la seconde la met en prise et la relève, la troisième manœuvre la plate-forme de rotation qui entraîne avec elle tout le système; enfin, la quatrième actionne l'amalgamateur. Toutes ces machines reçoivent le courant à l'aide de commutateurs qui sont placés sur un tableau unique, à bonne portée du mécanicien. Ces commutateurs sont combinés avec un frein électro-magnétique, de manière à réduire à trois le nombre de leviers nécessaires pour toutes les manœuvres.

L'excavateur est monté sur son propre truc, et le mouvement d'avance ou de recul lui est donné par la simple manœuvre du commutateur. Il est entièrement construit en acier et en fer contenant une certaine proportion d'aluminium; les paliers portent des garnitures en graphite supprimant l'emploi de l'huile ou de la graisse. Les transmissions se font à l'aide de câbles en fil d'acier, et on n'a pas employé de commandes par engrenages en raison de la faible vitesse que comporte le travail.

L'appareil se construit pour trois productions journalières, qui sont respectivement de 1 800, 3 600 et 7 200 mètres cubes. Celui que représente la figure est du type n° 1; il fournit deux cuillers pleines de $0^{m3}760$ (1 yard cube) par minute, dans les graviers et les conglomérats qui forment le sol habituel des placers. La cuiller s'ouvre et se ferme mécaniquement. Le poids de l'excavateur seul, tel que celui qui fonctionne à Denver, et dont la figure est une reproduction prise d'après une photographie, est de 25 tonnes.

L'amalgamateur est placé sur un second truc relié au premier par des longerons. Il comporte un séparateur cylindrique placé sur un récipient d'une forme spéciale qui est revêtu sur toute sa surface de plaques d'amalgamation d'un type nouveau. Il reçoit l'eau par de nombreux orifices disposés sur son fond de telle manière que chaque particule pénétrant dans le récipient est projetée contre les plaques un nombre de fois suffisant pour assurer 400 contacts avec la masse de mercure; en outre, grâce à la disposition adoptée pour les plaques, chaque particule, pendant son trajet dans le réservoir, est soumise à douze lavages. On sépare ainsi l'or qui s'amalgame, et les particules se trouvent, à divers intervalles pendant leur trajet, douze fois dans une eau relativement tranquille, où l'effet de la pesanteur produit toute son action. La machine est d'ailleurs construite de façon à arrêter l'écoulement du mercure.

La cuiller se déverse dans le séparateur cylindrique, qui, grâce à son mouvement au sein d'une masse d'eau, crible et nettoie les matières les plus grosses: celles-ci s'échappent du côté opposé à l'entrée et tombent sur le sol préalablement nettoyé, tandis que la boue contenant les paillettes, retenue par le séparateur, arrive dans le récipient, où elle est soumise au traitement qui vient d'être exposé. Elle se décharge ensuite par un couloir qui précède des tuyaux ou des canalisations aboutissant à des bassins de dépôt, ou à des décharges sur des points déjà exploités.

La force motrice peut être fournie soit par un moteur à vapeur, soit par un moteur hydraulique; mais on préfère généralement l'emprunter à l'électricité. L'appareil peut fonctionner jour et nuit, et il faut une machine à vapeur de 30 chevaux pour produire l'éclairage nécessaire à un appareil du type n° 1. On peut, au besoin, réemployer l'eau de lavage.

Un nettoyage ordinaire dure deux heures.

A Denver, le sol traité était estimé pour un rendement de 0 fr. 45 à 0 fr. 60 par mètre cube; l'emploi de l'appareil a permis de le porter à environ 2 francs, et on a recueilli des poudres si fines que les trois quarts d'entre elles étaient presques invisibles à l'œil nu et ne se déposaient au fond d'un réservoir d'eau tranquille qu'au bout de plusieurs minutes. F.

TRAMWAY FUNICULAIRE DE LA RUE BROADWAY A NEW-YORK

(Planche X.)

On connaît par un exemple récent les difficultés auxquelles on se heurte lorsqu'on veut établir une ligne de tramway à traction par câble dans une rue de grande ville où la circulation est très intense. Récemment on a entrepris la construction à New-York, dans la rue Broadway, d'un chemin de fer funiculaire dont l'établissement présentera certainement le maximum de sujétions, grâce aux nombreuses conduites d'eau, de gaz, de câbles électriques, et à raison surtout de la nature géologique du sol, formé presque entièrement de roche très dure. Nous allons donner la description de la voie de ce tramway, d'après l'*Engineering News* du 22 août 1891.

La longueur totale de la ligne est de 8 320 mètres. A l'origine, les constructeurs avaient l'intention d'employer un système de voie souterraine dans laquelle on aurait pu disposer les supports des rails, tandis qu'une plate-forme métallique, formant surface unie, aurait été supportée par des poutres et traverses en laissant l'espace libre pour placer les conduites et y donnant un accès facile. Mais, pour certaines raisons, on a dû abandonner ce plan, et en adopter un autre qui consiste à enlever les objets faisant obstruction le long de la ligne que suit le tracé de la voie. Il en est résulté une opération d'une extrême délicatesse; en effet, on ne connaissait pas d'une manière suffisante le nombre, la position et la profondeur des conduites souterraines, puisqu'elles avaient été posées à des époques très différentes. Quelques-unes des conduites d'eau ont été installées il y a plus de 30 ans et traversent la rue en suivant de nombreuses sinuosités (1).

Il en était de même des conduites de gaz. Entre la rue Broadway et la 34e rue, la roche se trouve immédiatement au-dessous du pavé, et le creusement de nouvelles tranchées, ainsi que l'enlèvement des conduites, ont nécessité l'emploi de la dynamite et de perceuses mues par la vapeur. De plus, une conduite d'air comprimé entre la 23e rue et la Dey-Street se trouvait juste au milieu de la voie et, pour qu'elle ne soit pas entièrement recouverte par les blocs en béton recevant les supports de la ligne funiculaire, on a dû déplacer cette conduite dans toute sa longueur et la disposer sur un côté de la rue Broadway. Il ne faut pas oublier que la rue Broadway est certainement la plus encombrée de toutes les voies publiques de l'Amérique du Nord.

Pour éviter tous les mécomptes pendant le travail, on a procédé de la manière suivante: avant tout, on a relevé aussi exactement que possible les installations souterraines qui pouvaient faire obstacle à la construction de la ligne; on a fait, dans ce but, des sondages et creusé des puits et on a pu ainsi se rendre un compte exact de ce qu'on devait enlever pour pouvoir poser la voie. Le travail a été encore compliqué par la nécessité où l'on s'est trouvé d'opérer le ripage de la voie du tramway à traction par chevaux existant dans la rue et dont le service n'a été interrompu que pendant la reconstruction de la voie.

Les figures 1 à 4 de la planche X donnent des détails suffisants pour que l'on puisse se rendre compte de la manière dont la ligne est établie. Les rails, en acier, sont du type de fer à T avec ornière et ont une hauteur de 175 millimètres. Ils pèsent 45 kilogr. le mètre courant, tandis que les rails dont est formée la rainure par laquelle passe le câble ne pèsent que 33 kilogr. par mètre. Les supports en fonte, distants entre eux de $1^{m}370$, pèsent chacun 250 kilogr.; comme il y en aura 4000,

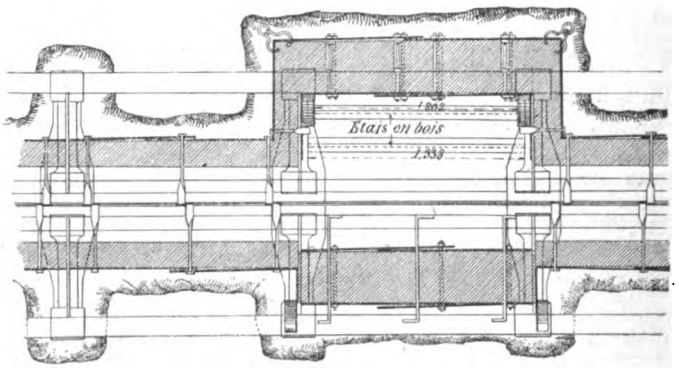


FIG. 1. — Coupe horizontale de la voie du tramway funiculaire de la rue Broadway à New-York.

l'ensemble pèsera donc plus de 1 000 tonnes. Ces supports sont placés sur des blocs en béton dont les dimensions sont montrées par les figures 1 et 3. Le béton est en ciment Portland (1 partie pour 3 parties de sable et 5 parties de pierres cassées). Pour relier ces supports et pour former la conduite entre eux, on se sert d'une plaque en acier recourbée en forme de U de $4^{mm}5$ d'épaisseur, boulonnée aux supports, et autour de laquelle on a posé une couche de béton de ciment Portland de 150 millimètres d'épaisseur (fig. 3) qui supporte également le poids du pavage. La figure 5 montre la manière dont les blocs de béton ont été établis, ce qui n'est pas la partie la moins intéressante du travail.

Après l'achèvement de la voie, on introduira dans la conduite deux câbles distincts, pour que l'un d'eux puisse servir de réserve en cas d'accident. La longueur de la ligne sera divisée en plusieurs sections et la longueur du câble simple, sans compter les tronçons placés dans les stations, sera d'environ 16 800 mètres. La Compagnie concessionnaire a l'intention d'établir, près des stations de force motrice, des bureaux, des magasins et des hangars.

T. C. H.

NAVIGATION

L'ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME

Session de 1891

(Suite [1].)

III. — Dans son *Etude sur la résistance des carènes*, M. ALHEILIG, Ingénieur de la Marine et professeur à l'Ecole d'application du Génie maritime, développe quelques considérations nouvelles sur cette difficile question et propose une formule qui semble appelée à rendre les plus grands services, tant en raison de sa simplicité que de sa justesse. L'importance du sujet mérite de fixer l'attention. Aussi croyons-nous utile de présenter quelques remarques qui préciseront la portée des résultats obtenus.

Lorsqu'un corps solide se déplace dans un fluide quelconque, il éprouve une résistance, variable avec la vitesse, dont la loi est en général mal connue. Si le milieu est un liquide et que le corps n'y soit que partiellement immergé, ce qui est le cas des navires, le problème est si complexe que non seulement on ne sait presque rien sur la nature de la résistance, mais que c'est à peine si l'on peut tirer d'expériences multiples des données approximatives suffisantes pour prévoir ce qui se passera dans des cas analogues.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVII, n° 12, p. 88, et présent numéro, p. 154.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 7, p. 106.

Digitized by Google

Il serait pourtant du plus haut intérêt pour l'ingénieur naval de pouvoir déterminer avec exactitude la puissance nécessaire pour réaliser une certaine vitesse avec une coque et un propulseur donnés. Aussi a-t-on toujours cherché, indépendamment des hypothèses des théoriciens sur les lois hydrodynamiques, une relation expérimentale entre la vitesse et la force motrice. Nombre de formules plus ou moins ingénieuses ont été proposées dans ce but ; sans remonter à Newton, on pourrait rappeler celles de l'amiral Bourgois, de Scott Russell, de Dupuy de Lôme. Elles sont toutes forcément empiriques.

Chacune d'elles a bien, il est vrai, son point de départ dans quelque hypothèse à laquelle son auteur attribue la prédominance entre toutes les causes qui influent sur la résistance; mais aucune n'a et ne peut avoir la prétention d'en exprimer la loi. Leur but doit être de donner sous une forme aussi approchée que possible, mais *simple*, le résultat final des faits d'expérience soit sur un même navire, soit pour passer d'un navire à un autre.

C'est pourquoi la formule bien connue dont on se sert en France :

$$V = m\sqrt[3]{\frac{F}{B^2}}, \qquad [1]$$

et la formule de l'Amirauté anglaise :

$$V = c\sqrt[3]{\frac{F}{D^{\frac{2}{3}}}}, \qquad [2]$$

où :

V représente la vitesse;
F la puissance indiquée;
B^2 la surface immergée du maître-couple;
D le déplacement;
m et c les coefficients d'utilisation;

bien que fondées sur des hypothèses discutables, ont fini par l'emporter pratiquement sur d'autres formules qui semblent tenir mieux compte des divers éléments en jeu.

Néanmoins, leur approximation est insuffisante. Dans la formule française, le coefficient d'utilisation m varie avec la vitesse pour un même navire. D'abord croissant, il passe par un maximum et décroît ensuite assez rapidement ; mais parfois sa valeur subit des oscillations. D'autre part, il croit en général avec les dimensions du navire, avec la finesse des formes et le poli de la carène. L'incertitude qui règne au sujet de ces variations tient à ce que cette formule suppose expressément que la résistance est proportionnelle au maître-couple immergé et au carré de la vitesse, et que le rendement de la machine et celui du propulseur sont constants, hypothèses fort éloignées de la vérité.

On a songé naturellement à essayer d'autres puissances de la vitesse, ainsi que des développements suivant les puissances croissantes, dans l'espérance que ces fonctions plus souples, s'adaptant mieux aux résultats des essais, donneraient des expressions plus approchées de la véritable loi de résistance. Mais alors la formule se complique trop et cesse d'être praticable.

Dans le même ordre d'idées, on a essayé la formule exponentielle :

$$F = aV10^{bV}$$

qui ne contient que deux coefficients. Mais, outre qu'elle est d'une forme peu maniable, elle ne donne de résultats concordants qu'entre des limites assez restreintes, en dehors desquelles les deux *constantes* doivent subir des modifications, qu'il est impossible de déterminer a priori, ni même par comparaison.

M. Alheilig a eu l'idée de faire intervenir explicitement, dans l'expression de la résistance, l'influence du propulseur, sous la forme d'une fonction de la puissance. Il a obtenu ainsi la formule

$$F = (a + bF)V^3 \qquad [3]$$

ou

$$F = \frac{aV^3}{1 - bV^3} \qquad [3']$$

dans laquelle a et b sont deux constantes particulières à chaque bâtiment.

On voit du reste qu'on retrouve un développement en série suivant les puissances 0, 3, 6... $3n$... de la vitesse.

La vérification expérimentale de cette formule est très simple, car elle donne une relation linéaire entre F et $\frac{F}{V^3}$. Si donc on porte en abscisses et en ordonnées, respectivement, les valeurs de F et de $\frac{F}{V^3}$ fournies par des essais progressifs d'un navire, les points obtenus devront être en ligne droite (fig. 1). Les vérifications faites par M. Alheilig sur un grand nombre d'essais ont donné des résultats très satisfaisants, comme on en peut juger par les planches insérées au *Bulletin de l'Association*. Elles ont porté d'ailleurs sur des types variés tels que les cuirassés *Hoche*, *Requin*, les croiseurs *Milan*, *Duquesne*, *Iris*, le croiseur-torpilleur *Faucon*, etc. Nous avons nous-même constaté la même concordance pour des navires fort différents.

Pour les petites vitesses seulement, les points sont quelque peu au-dessus de la ligne droite, ce qui peut s'expliquer d'ailleurs par l'influence plus grande à ces allures de causes perturbatrices (courant, vent), ou encore par la valeur supérieure de la puissance relevée aux courbes d'indicateur ; mais depuis 8 ou 9 nœuds jusqu'aux plus grandes vitesses, les écarts sont insensibles.

La formule [3'] met en évidence une certaine valeur de la vitesse,

$$v = \frac{1}{\sqrt[3]{b}}$$

pour laquelle la puissance deviendrait infinie. Ce serait la *vitesse critique* du navire. Or, l'expérience indique, en effet, qu'en augmentant sans cesse l'allure, on arrive sur tous les navires à une vitesse à partir de laquelle l'accroissement de puissance ne produit plus qu'un accroissement de vitesse insignifiant.

Il eût été intéressant de vérifier si cette vitesse critique, reconnue aux essais, coïncide bien avec la vitesse critique que détermine la formule. L'auteur ne donne aucun renseignement à cet égard. Mais on reconnaît facilement que ces valeurs sont assez voisines dans la plupart des cas.

Toutefois il n'en est plus de même, pensons-nous, des bâtiments où apparaissent, aux grandes vitesses, divers phénomènes qui rompent en apparence la continuité de la loi de résistance, et relèvent la valeur du coefficient d'utilisation au moment où il semblait devoir bientôt s'annuler. Tel, par exemple, le changement d'assiette ou le soulèvement qui se produit sur les torpilleurs. Ces influences, étrangères à la résistance proprement dite, se traduisent par une inflexion dans la courbe du coefficient d'utilisation m. On n'est donc plus en présence que d'une vitesse critique relative : la puissance motrice, après s'être accrue brusquement, reprend à peu près sa loi d'accroissement normale. La formule de M. Alheilig ne rend évidemment pas compte de cette fluctuation, pas plus que ne saurait le faire toute autre formule où l'on n'introduirait pas de termes ou de facteurs spéciaux à ces influences.

Il n'en est pas moins vrai qu'elle s'applique avec une exactitude remarquable aux résultats des essais, entre des limites fort étendues, et qu'elle offre l'avantage de remplacer l'étude de courbes compliquées par la simple détermination des éléments d'une ligne droite, qu'on peut faire rapidement et avec précision, même par les procédés graphiques.

Cependant, ce n'est là qu'un des côtés de la question. Il y a en effet deux choses à considérer. Il ne suffit pas qu'une formule coordonne bien toute la série des essais d'un même bâtiment. Il faut en outre, et surtout, qu'elle permette de calculer d'avance la puissance à développer pour obtenir une vitesse donnée, sur un navire projeté : et il faut, pour cela, prévoir la valeur des coefficients. Or, les coefficients *caractéristiques* a et b de M. Alheilig varient malheureusement trop entre bâtiments analogues pour que l'on puisse avec certitude conclure de l'un à l'autre. Il semble, à la vérité, que le terme principal de la valeur de a soit plutôt fonction des éléments de la coque, tandis que le terme principal de la valeur de b serait fonction des éléments de l'hélice ; et peut-être arrivera-t-on par là à fixer la loi de ces variations. Mais, dans l'état actuel de la question, elles ne permettent pas encore de procéder par voie de comparaison.

On a alors recours à la méthode de Froude qui consiste à opérer sur le modèle et à déduire des mesures relevées, d'après la loi de similitude dynamique, la résistance du navire lui-même aux différentes vitesses. La formule de M. Alheilig se prête très bien à cette déduction. Les coefficients caractéristiques a et b du navire sont, en effet, reliés à ceux du modèle a_1 et b_1 par les relations simples :

$$a = a_1\lambda^2$$
$$b = b_1\lambda^{-\frac{3}{2}}$$

λ étant le rapport de similitude linéaire ; et théoriquement, on obtiendrait de la sorte la *droite caractéristique* du navire. En réalité, d'après un certain nombre d'exemples cités par l'auteur, les exposants de λ s'écartent légèrement de leurs valeurs théoriques 2 et $-\frac{3}{2}$; mais l'exactitude est encore assez grande.

La droite caractéristique permet de se rendre compte immédiatement de l'avantage que peut présenter un changement d'hélice ou d'assiette aux différentes allures. En effet, les coefficients a et b, qui la déterminent, sont fonctions à la fois de la coque et de l'hélice. Soit AB (fig. 2) la caractéristique correspondant à une assiette et une hélice données. Pour une autre assiette et une autre hélice, on aurait A'B'. La plus petite ordonnée Mm' correspond, pour une force en

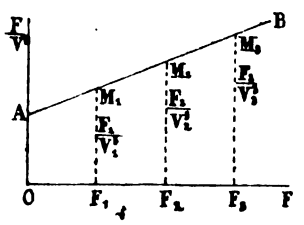


FIG. 1.

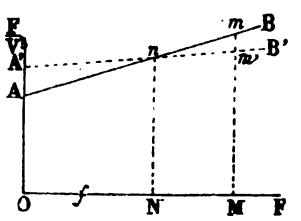


FIG. 2.

chevaux donnée F, à la plus grande vitesse. Par conséquent, l'avantage sera pour la caractéristique AB entre O et N, et pour A'B' au-delà de N.

On se trouve ainsi en possession d'un instrument de comparaison d'une simplicité remarquable, qui permet de déterminer instantanément si tel changement d'assiette ou d'hélice est mauvais à telle allure ou favorable à telle autre.

Après avoir discuté quelques exemples de ces déterminations, M. Alheilig termine son mémoire en donnant la relation qui existe entre ses coefficients caractéristiques et le coefficient d'utilisation de la formule usuelle. Ce rapprochement donne lieu à une remarque qui permet d'expliquer dans une certaine mesure la supériorité de la nouvelle formule sur l'ancienne, et d'indiquer les limites de la région où cette supériorité cesse d'exister.

Digitized by Google

En éliminant la puissance entre les deux formules, [1] et [3], on trouve :

$$am^3 + B^2bV^3 - B^{2\cdot} = 0. \qquad [4]$$

Cette équation définit le coefficient d'utilisation comme une fonction de la vitesse. Lorsqu'elle sera satisfaite, la droite caractéristique de M. Alheilig groupera rigoureusement tous les résultats des essais, alors que la formule usuelle sera impraticable. Or, la plupart des courbes de m se rapprochent très sensiblement de la forme de la courbe [4], qui peut, d'ailleurs, se modifier en faisant varier a et b entre certaines limites. C'est pour cela que la formule de M. Alheilig se trouve si bien vérifiée par de nombreux essais. C'est également pour cela qu'elle donne une valeur approchée de la vitesse critique. Mais on conçoit aussi que si m reste constant ou varie avec V suivant une loi différente, comme cela a lieu aux faibles vitesses, il se produira des écarts. Il en sera de même, lorsque aux grandes vitesses la courbe de m présentera une inflexion, comme sur les torpilleurs. Dans ce cas, la formule donnera du moins une vitesse critique, généralement assez voisine de la vitesse critique relative qui précède le point d'inflexion; et, à cet égard, elle sera encore d'une grande utilité.

En résumé, les avantages de la formule de M. Alheilig nous paraissent être les suivants :

1° Elle rend compte, avec une précision bien supérieure à la formule ordinaire, de la variation de l'utilisation *sur un même bâtiment*; et cela, dans de très larges limites, et jusqu'aux grandes vitesses où elle indique une vitesse critique assez voisine de la vitesse critique réelle du navire, même lorsque celle-ci n'est que relative;

2° Elle permet de passer *d'un bâtiment à son semblable*, et, par suite, de conclure du modèle au navire lui-même, mais avec un degré d'exactitude sur lequel on n'est pas encore absolument fixé;

3° Elle permet de comparer, avec la plus grande facilité, la valeur relative des propulseurs et les influences des changements d'assiette aux différentes allures;

4° Elle est de l'usage le plus commode, puisqu'elle n'exige que le tracé d'une droite.

IV. — M. J. Auscher, Ingénieur de la Marine, présente un mémoire sur *la répartition des températures dans les chaudières à haute pression et les moyens de l'égaliser.*

Il rappelle qu'un grand nombre d'avaries dans les chaudières tubulaires proviennent de l'inégale répartition des températures, surtout pendant la mise en pression. Il faut parfois plusieurs heures pour que la partie inférieure commence à se réchauffer. Les écarts de température sont alors très grands. Mais la fatigue est surtout due à ce que la zone de séparation des parties chaude et froide est fort peu épaisse. On a relevé sur le *Jean-Bart* l'épaisseur de 10 centimètres. Il en résulte une brusque différence de dilatation de génératrices très voisines et des efforts considérables, qui, à la longue, altèrent les assemblages et amènent des fuites. Ces observations ne s'appliquent d'ailleurs pas aux chaudières type locomotive, où, grâce au faible volume d'eau qui existe en contre-bas de la grille, les écarts de température sont beaucoup plus réduits. C'est la chaudière type Amirauté ou à tube en retour qui a donné lieu aux plus graves mécomptes de ce genre.

On a essayé de plusieurs moyens pour y remédier. Une mise en pression lente réussit bien, mais n'est pas admissible sur les navires de guerre. Le réchauffage à la vapeur de la masse d'eau des fonds est très dispendieux et exige qu'une des grandes chaudières soit toujours sous pression. On peut encore faciliter la circulation de l'eau au moyen de cloisons directrices convenablement disposées.

Les hydrokineters qui ont le double rôle de réchauffer l'eau au contact de la vapeur et d'appeler les diverses parties de la masse liquide devant les surfaces de chauffe, n'exercent pas d'action sensible sur la température de la partie haute; ils relèvent d'une façon assez notable celle des fonds; mais en somme ils n'ont pas donné à Indret des résultats suffisants, et on les a remplacés par les appareils de brassage mécanique, ou *turbines de brassage* dues à M. l'Ingénieur de la Marine Garnier. Ces petites pompes aspirent l'eau à la partie supérieure, dans le voisinage du niveau, et la refoulent à la partie inférieure. Elles donnent un brassage énergique et rapide de toute la masse liquide et paraissent avoir résolu d'une manière complète le problème de l'égalité des températures.

M. Garnier a montré que le débit des turbines est proportionnel à leur vitesse de rotation et indépendant de l'écartement des joues, pourvu que cet écartement soit suffisant. Pour un débit de 20 litres par seconde, le travail théorique à développer est de 80 kilogrammètres. On pourra le produire avec un moteur de 2 chevaux et demi. Au début, on peut virer à la main les pompes de brassage. Dès qu'on a de la vapeur, toutes les turbines peuvent fonctionner, et l'on peut allumer partout.

Ces pompes, installées sur plusieurs bâtiments, le *Hoche*, le *Forbin*, etc., ont donné de remarquables résultats. La pression du timbre a été obtenue une heure et demie après l'allumage. Les fuites, les déformations des tôles de foyers ont cessé, grâce au rafraîchissement des surfaces de chauffe aussi bien qu'à l'égalisation des dilatations de l'enveloppe cylindrique. Il y a même intérêt à continuer l'action des turbines de brassage pendant toute la durée de la chauffe, car elles augmentent la puissance de la chaudière en lui permettant de supporter sans danger des combustions plus actives.

V. — M. G. Aurous, sous-Ingénieur de la Marine, a présenté une étude sur *les proportions à donner au rivetage d'un joint d'égale résistance*, dans le cas où tous les rivets du joint ont le même diamètre. C'est une application de la théorie générale des joints d'égale résistance, donnée pour la première fois sous une forme rationnelle et complète par M. l'Ingénieur de la Marine Clauzel, dans son étude sur le rivetage, en 1882.

M. Aurous s'occupe spécialement du rivetage des abouts d'un bordé de carène dans le cas du couvre-joint simple, et il le détermine en vue de réduire au minimum le nombre des rivets.

On sait que, pour l'égalité de résistance, l'écartement des rivets, en passant d'une file à l'autre, doit varier suivant une progression géométrique, dont la raison est l'écartement des rivets de la première file, ou file la plus voisine de l'écart. Si l'on avait pour but d'obtenir la plus grande solidité possible, on mettrait un seul rivet à la dernière file, et le nombre des rivets des autres files serait déterminé de proche en proche par la progression géométrique précédente, jusqu'à ce que l'on eût placé un nombre total de rivets équivalent à la section intacte de la tôle à la dernière file.

Mais la condition du nombre total minimum, que s'impose M. Aurous, oblige à prendre le problème autrement. C'est de la première file qu'il faut partir : on devra y donner aux rivets un écartement aussi grand que possible. Mais cet écartement est proportionnel au diamètre. On est donc vite limité dans cette voie par la nécessité de ne pas donner de valeurs exagérées au rapport du diamètre du rivet à l'épaisseur de la tôle. En effet, une limite supérieure de ce rapport est imposée par la condition que la résistance de la tôle à l'écrasement reste au moins égale à celle du rivet au cisaillement.

Mais si l'on se donne une résistance relative minimum, la difficulté disparaît. L'écartement des rivets de la première file sera donc fixé par cette condition; les autres s'en déduiront comme plus haut, ainsi que le diamètre des rivets.

M. Aurous calcule ainsi les éléments d'un joint pour toutes les épaisseurs de tôle, en se proposant une résistance minimum de 0,80, qui sera naturellement celle correspondant au cisaillement de tous les rivets.

En appliquant ces résultats aux chaudières, l'étanchéité serait mal assurée à cause de la difficulté du matage. L'auteur propose alors de placer le couvre-joint intérieurement et de mater sur lui les bords chanfreinés de la tôle, entre lesquels on laisserait un certain vide — ou mieux d'y adjoindre un couvre-joint extérieur n'ayant que la largeur nécessaire à une seule file de rivets.

Des tableaux, annexés au Mémoire, donnent les proportions à prendre pour les différentes épaisseurs de tôle, ainsi que les épaisseurs des couvre-joints.

Léon Vivet,
Ingénieur.

(A suivre.)

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES
et les difficultés présentes.

(Suite [1].)

Le salaire est aujourd'hui un mot malsonnant; nous vivons à une époque de susceptibilité nerveuse qui ajoute encore aux difficultés. Cependant, le salaire est le fruit du travail et les travailleurs de tout rang qui produisent, dans un intérêt défini, reçoivent un salaire; qu'on l'appelle traitement, honoraires, paie, etc., le nom ne fait rien à la chose, c'est toujours le salaire : le Ministre est salarié comme l'Ingénieur, comme le juge ou le médecin; comme l'ouvrier, le sénateur, le député, tous les hommes attachés à un travail, à une fonction utile, sont salariés. La sagesse des nations dit : *Toute peine mérite salaire.* Toute peine veut dire tout travail, le travail honore et inspire la considération; le salaire n'a rien qui puisse froisser l'âme la plus délicate: nous sommes tous salariés dans l'industrie, l'administrateur comme le manœuvre. Le salaire est le mode fondamental de la rémunération du travail, il est le seul mode pratique qui puisse donner satisfaction à l'ouvrier; tout autre mode est aléatoire et notamment celui qui nous a déjà tant occupé, *la participation aux bénéfices.* Le salaire, dit M. Ch. Lavollée dans son rapport sur la rémunération du travail [2], est une sorte de concordat entre le capital et le travail; aucune autre combinaison qui puisse le remplacer n'a été produite.

Comment est-il possible que le principe lui-même du salaire puisse être attaqué, qu'on puisse agiter les masses ouvrières, en disant que les salariés sont des esclaves. Les mots ont toujours eu dans notre pays une grande action; toutefois, la comparaison est ici non seulement un mensonge, mais chacun peut y répondre en disant que c'est le salaire qui, en fait, a détruit l'esclavage. C'est le salaire qui rend l'ouvrier indépendant, il n'y a plus d'esclaves, grâce à Dieu, les hommes sont libres, ils resteront libres, ou au moins, il ne peuvent être aujourd'hui que les esclaves de leurs passions.

Voyons donc paisiblement, sans idée préconçue et avec calme, quels sont les modes divers, sous lesquels le salaire se présente dans l'industrie, étudions les conditions spéciales et variées qu'il peut affecter, en vue d'établir au mieux l'accord, la parfaite entente des intérêts, entre l'industriel et l'ouvrier.

Il nous paraît qu'avant tout, les conditions du salaire convenu entre l'ouvrier et son patron doivent être clairement réglées. C'est là, la base principale de l'accord, de la parfaite entente. Si l'ouvrier est à la journée, rien n'est plus simple, il sait toujours ce qu'il gagne;

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 37; n° 5, p. 75; n° 6, p. 94, et n° 7, p. 110.

(2) Exposition universelle, Economie sociale, section 1, *Rémunération du travail*, Ch. Lavollée, Imprimerie nationale.

Digitized by Google

s'il est à l'heure, et cette pratique est aujourd'hui fréquente, le nombre des heures étant contrôlé, l'ouvrier sait encore très nettement ce qu'il gagne chaque jour; s'il est au mois, ce qui est plus rare, il est parfaitement fixé; quand il travaille aux pièces, la question est plus complexe, il faut se mettre en accord, avec le patron ou son contremaître, sur la quantité d'ouvrage; il faut, en outre, que l'ouvrage soit reçu comme qualité, il y a là quelques difficultés que la pratique fait vite disparaître. Le travail aux pièces, autrement dit le travail à la tâche, quand le prix de l'unité est fixé, que l'entente est absolue, est l'un des modes de rémunération qui est, à la fois, le plus favorable au patron et à l'ouvrier: plus l'ouvrier produit, plus il a de gain; plus il y a de travail utile, plus le patron débourse d'argent; il y a sur ces bases une union des intérêts qui ne peut échapper à personne. Souvent le travail à la tâche reçoit une prime, pour la quantité produite, qui dépasse une production normale. Cette prime est en dehors du chiffre fixé pour le prix de l'unité: si le travail normal comprend 12 unités et que l'ouvrier en fasse 15, l'ouvrier reçoit 15 fois le prix de l'unité, et, en outre, une prime spéciale pour la quantité qui dépasse la mesure normale; il peut aussi avoir une prime pour la perfection de son travail, une prime pour son assiduité, une prime même pour l'ancienneté. Tout cela est facile à compter chaque jour. On voit aujourd'hui dans beaucoup d'établissements, le travail à la tâche et les primes qui s'y rapportent, affichés quotidiennement dans les ateliers, à la suite des noms des ouvriers qui y travaillent. Les primes sont de tout genre et varient à l'infini suivant le genre d'industrie. On peut, en dehors des primes, accorder aux ouvriers, ce que j'ai déjà appelé des sursalaires, pour tout ce qui intéresse l'économie du travail; c'est-à-dire économie sur les matières utiles à la production, la houille par exemple, économie sur les déchets des matières premières destinées à la fabrication du produit fini. L'ouvrier a généralement sur ces déchets une grande action; il peut par ses soins les réduire sensiblement, très sensiblement, il est absolument juste qu'il en soit récompensé. Il y a là encore une union parfaite des intérêts. Les déchets se mesurent aisément, et l'ouvrier contrôle facilement son compte et peut le contrôler quotidiennement.

Ce sont là les principes généraux du salaire. Le prix de la journée peut être discuté, comme celui de la tâche, comme les primes et les sursalaires, le compte de chacun ne peut donner lieu à aucune erreur et partout l'intérêt de l'ouvrier est identique à celui du patron; mais, il y a une distinction à établir pour le salaire à la journée. Quand le salaire ne répond pas à une tâche définie, l'ouvrier peut faire le moins possible; ici son intérêt est en désaccord avec celui du patron et c'est le patron qui est exposé à perdre. On distingue alors les bons ouvriers des mauvais et l'on écarte ces derniers. Le travail à la journée est malheureusement toujours très répandu, et le choix des ouvriers qu'on emploie a son importance. Ce genre de rémunération restera encore longtemps dans la pratique.

Quelquefois, une tâche est donnée à l'entreprise à un chef ouvrier, qui a sous ses ordres des ouvriers à la journée; ou bien, un travail qui lie de nombreux ouvriers à un chef, est payé à la tâche et en bloc à ce chef, qui règle à la journée, les ouvriers qu'il emploie. Il y a là très certainement un abus et même une injustice; tout chef d'industrie doit l'éviter et s'y opposer : il faut généralement pour être juste, que dans toute entreprise ou travail de ce genre, le patron ou l'entrepreneur principal détermine pour chacun, la portion de salaire relative à sa position dans le genre de travail qu'il exécute; c'est-à-dire, qu'il fasse la répartition de la somme attribuée à l'entreprise proportionnellement aux mérites et aux fonctions de chacun des ouvriers. C'est là une règle de justice à laquelle il convient de se soumettre, pour rentrer dans le principe de l'union des intérêts, qui est le guide le plus sûr du règlement du salaire; dans ces circonstances, on doit considérer les ouvriers comme associés et régler pour chacun la proportion de la main-d'œuvre à laquelle il a droit.

Je dois signaler un autre mode (1) de rémunération du travail, qui mérite attention et qui a été appliqué en Amérique il y a environ une vingtaine d'années. Voici en quoi il consiste. Le salaire, soit dans les mines, soit dans certaines exploitations, suit une échelle mobile en rapport avec le cours commercial du produit. C'est un travail à la tâche, mais le prix minimum de l'unité est fixé à un cours défini, et c'est quand le produit se vend au-dessus de ce cours, que le taux du salaire augmente, suivant une échelle déterminée. C'est là un mode de rémunération du travail qui se trouve lié, non pas précisément aux bénéfices, car les bénéfices varient avec chaque exploitation et dépendent de faits très complexes; mais variable, avec le cours commercial, qui a sur les bénéfices une influence prépondérante. C'est là un système qui nous paraît à la fois simple et pratique, qui peut surtout s'appliquer aux matières premières et notamment aux combustibles, aux minerais. Il a le grand avantage d'écarter tout contrôle de comptabilité, de bilan; il en a un qui est plus sensible encore pour l'ouvrier, c'est celui de pouvoir fixer, dans les exploitations de même produit, un salaire presque identique pour des ouvriers d'un même mérite; il est donc plus pratique que la participation aux bénéfices, tout en reposant sur un principe qui s'en rapproche. Malheureusement, il se prête moins bien aux œuvres patronales qui se rattachent aux retraites, aux Sociétés mutuelles. Il n'y a pas cependant impossibilité d'établir ce lien important. On peut aussi l'établir avec le salaire aux pièces en faisant une part spéciale des primes et des sursalaires. Il est maintenant utile d'exposer les motifs qui militent en faveur du système de rémunération du travail à la tâche, encouragé par les condiments divers, de primes et sursalaires, dont nous avons parlé et faire la comparaison de cette pratique, très répandue dans l'industrie, avec le système de la participation. Nous avons déjà établi cette comparaison dans l'étude sur les divers modes de rémunération du travail que nous avons rappelée; mais, l'objet principal de l'étude qui nous occupe en ce moment étant l'examen de la participation, nous devons chercher à l'établir ici très complètement.

La France n'est pas seule au monde, elle a dans l'industrie des concurrents redoutables. Le chiffre de ses importations est toujours plus élevé que celui de ses exportations; pour les dix premiers mois de l'exercice 1891, nous avons importé pour 4 037 557 000 de matières et produits, nous n'avons exporté que 2 965 232 000. Il importe donc que nous réduisions nos revients; c'est un moyen, le plus efficace, bien certainement, pour pouvoir lutter avec l'étranger sur les marchés des divers pays importateurs. Comment réduire les revients? Les matières premières et les frais généraux y jouent certainement un grand rôle? Mais, la main-d'œuvre y occupe souvent la première place. Il faudrait donc, au point de vue général de l'intérêt français, pouvoir la réduire, et partout elle tend à s'accroître. Cette tendance est fondée autant par les charges directes et indirectes des impôts, que par le désir légitime d'une amélioration nécessaire du logement, de l'instruction, et en général du bien-être. Il faut donc chercher à satisfaire à cet intérêt particulier et aussi à l'intérêt général, et nous croyons que pour y arriver, il faut améliorer l'outillage, en cherchant et appliquant celui qui réduit les frais de main-d'œuvre et intéresser particulièrement l'ouvrier sur tous les éléments du travail qu'il a dans ses mains, qu'il connaît, qu'il juge; c'est par l'ensemble de ces moyens qu'il arrivera au résultat qu'il ambitionne, avec raison, mais il faut qu'il y arrive par des efforts personnels. Ce résultat ne saurait lui être donné régulièrement par une participation dans des bénéfices aléatoires.

La concurrence a, sur le salaire, une action que nous ne pouvons pas oublier. Jamais elle n'a été plus active, on peut dire plus violente, plus acharnée; et, comme la main-d'œuvre a son influence sur le revient, quand la lutte est extrême, quand il s'agit de vivre ou de mourir, il arrive qu'on est quelquefois dans l'obligation douloureuse de la réduire. Il faut savoir subir ces épreuves, mais il faut savoir faire effort pour y porter remède. On peut pratiquer deux moyens: lutter par l'entente entre les producteurs, pour le maintien des prix, en limitant la production, c'est l'un des moyens ; on le pratique avec succès en Suisse. On me signale notamment les syndicats des fabriques de broderies de Saint-Gall, celui des fabriques d'indiennes de Glaris et le syndicat des fabriques de montres. Ces associations n'ont pas seulement pour but le maintien d'un cours rémunérateur, elles étudient ensemble les moyens les plus avantageux d'améliorer leur fabrication et de réduire leur revient, elles écartent l'aveugle concurrence en organisant la vente en commun, elles ont des agents qui visitent le monde entier, et c'est ainsi que Glaris, particulièrement, est parvenu à se substituer à l'Angleterre pour le commerce considérable des turbans aux Asiatiques. Saint-Gall exporte pour 200 millions de broderies, et le commerce des montres va toujours croissant, il s'élève aujourd'hui à cent millions. Cette solidarité des producteurs a non seulement le précieux avantage d'enrichir le pays par les exportations, mais elle a résolu le problème du salaire régulier, même, de son accroissement continu.

La lutte contre la concurrence est également organisée en Amérique, mais elle n'a pas le caractère particulier de celle que je viens d'exposer en quelques mots. Il s'agit, en Amérique, de la constitution de coalitions industrielles qui, détruisant toute concurrence, prennent un caractère dominateur dont les conséquences inquiètent le pays. Certains Etats jugent les associations illégales, d'autres les protègent (1). Cette lutte ne paraît pas avoir d'action sur le salaire. M. Cl. Jannet dit, dans l'article que nous signalons, qu'il est inexact de prétendre qu'aux Etats-Unis la concentration de la richesse d'un côté et la pauvreté de l'autre aillent toujours croissant. Il rend compte à ce sujet d'un travail statistique de l'Etat de Massachusetts qui est de grand intérêt, qui témoigne à la fois du bénéfice limité de l'industrie, souvent en perte comme partout, et de salaires moyens satisfaisants pour les ouvriers.

Ce qu'il convient de dire ici au sujet de l'Amérique, par rapport à la question qui nous occupe, c'est la préoccupation constante des industriels de ce pays pour la perfection de l'outillage, en vue de la réduction du revient et aussi, l'attention toute particulière que ce riche pays apporte à l'étude de son matériel; il nous est rapporté que ce matériel est merveilleux, que les ateliers sont des palais, que les salaires y sont élevés, que l'ordre et la discipline sont parfaits. La base de la rémunération du travail est la production; c'est le travail à la tâche, que nous ne saurions trop préconiser, qu'on y applique très généralement. Je tiens ces lignes d'un industriel français qui occupe cinq mille ouvriers, dont les produits sont connus du monde entier et qui étudie particulièrement ce qui se pratique en Amérique. J'espère qu'elles seront lues avec intérêt et qu'elles engageront nos manufacturiers à bien connaître ce qui se fait dans ce pays au point de vue de l'outillage, surtout à en tirer profit.

Tout ceci intéresse la question du salaire, c'est-à-dire la main d'œuvre, et par conséquent nos revients, c'est-à-dire notre commerce d'exportation et, comme tout se lie dans l'industrie, il faut savoir ce qui se passe partout.

Quant à la participation aux bénéfices, il est peu probable que la

(1) Je n'indique ici que très succinctement les divers modes de rémunération du travail. Pour plus de détails, je prie les lecteurs de vouloir bien se reporter à mon étude spéciale sur cette question. Editeurs, Guillaumin et Cie.

(1) Voir la *Revue d'Economie politique*, novembre 1891; voir aussi le *Correspondant* du 25 novembre 1891. *Les faits économiques et le mouvement social*, par Cl. Jannet.

Digitized by Google

Suisse et l'Amérique songent à en faire l'application; on y verra des exemples exceptionnels qu'on pourra louer, mais qu'on ne généralisera jamais.

Nous avons déjà répété souvent que l'industrie ne pouvait produire que des résultats incertains et essentiellement variables; il en est ainsi partout et peut-être encore plus en Amérique qu'en France; par conséquent, ses bénéfices ne sauraient être une base solide de la rémunération du travail que dans des circonstances absolument exceptionnelles. Au contraire, le travail à la tâche, encouragé par des moyens divers, que nous avons indiqués, a cet avantage précieux, de pouvoir être appliqué aussi bien par les maisons qui traversent des épreuves difficiles que par celles, très rares, qui réalisent des bénéfices à chaque inventaire. Je dirai même que ces maisons, dont la vie est laborieuse, qui n'entrevoient le succès que dans un certain avenir, ont, plus que celles qui sont toujours heureuses, un intérêt marqué, très puissant, à pratiquer chez elles le travail à la tâche avec prime, parce que ce système leur donnera à la fois le plus bas prix de la main-d'œuvre avec le produit le plus parfait, et satisfera parfaitement l'ouvrier par un salaire rémunérateur, obtenu par des efforts personnels. Les deux intérêts sont là parfaitement identiques, et la paix est naturellement établie, tandis que si vous appliquez la participation, elle pourra satisfaire les ouvriers qui auront la bonne fortune d'être dans un établissement prospère; mais le principe donnant aux autres un résultat négatif, mécontentera tous ceux qui seront dans des établissements malheureux, et le fait étant public, portera atteinte au crédit de ces établissements et compromettra leur existence. Par conséquent, son application sera nuisible et dangereuse à tous les intérêts. Cette observation nous paraît d'un grand poids et prouve combien il faut étudier avant de généraliser un système. La participation est un mode de rémunération qui peut avoir ses avantages, mais son application ne peut se faire que dans des cas absolument exceptionnels. C'est du reste, ce qui existe.

Si les promoteurs de ce système attachent une si grande importance à sa pratique, c'est que, dans leur pensée, cette pratique aura non seulement pour les ouvriers, mais aussi pour le pays des résultats favorables; il faudra donc que son influence sur le salaire soit sensible. Il ne s'agit pas alors que la participation donne à l'ouvrier trois, cinq et même dix pour cent de son salaire; il convient qu'elle en soit une partie notable, le quart ou le tiers, et alors nous voyons nettement la variation que va subir le gain des ouvriers de même mérite. Si le salaire normal est de 1 500 francs par an, on réduira la partie assurée à 1 000 francs et la seconde partie, essentiellement variable, pourra être, 1 000 francs pour les uns et zéro pour les autres; si au contraire la participation est de 5 °/₀ seulement, ce pourra être 50, 60, 100, 150 francs par an, et je crois que, jusqu'à présent, les parts attribuées aux ouvriers n'ont guère dépassé la limite de 150 francs par an, variant de 40 à 150 francs; c'est alors un adjuvant, ce n'est pas un salaire, et réellement ce ne peut être un salaire.

Nous mettons ici des chiffres pour mieux fixer les idées. Si la participation est insignifiante, et nous sommes assez disposé à croire qu'elle sera toujours modeste, puisque le salaire normal doit assurer la vie, ce sera bien peu de chose, tandis que le salaire à la tâche avec prime et sursalaire forme un ensemble d'intérêts qui encourage l'ouvrier à tous les moments de son travail et qui, par conséquent, l'unit sans conteste à l'intérêt de la maison à laquelle il est attaché, j'allais dire à sa maison.

L'ouvrier mérite une part très large de l'économie de main-d'œuvre, due à son action personnelle, c'est-à-dire à son habileté, à ses soins, à son assiduité (1). Cette part est aujourd'hui d'un intérêt limité, du fait des progrès de l'outillage; qui a pour but principal de réduire, non pas le salaire, mais les frais de main-d'œuvre, ce qui est tout différent; cependant, l'action de l'ouvrier existe toujours, son importance est d'autant plus grande, que l'ouvrier est plus habile et possède au plus haut point, le sentiment de son devoir; mais, en dehors du travail aux pièces, en dehors de la réduction des déchets, en dehors des éléments qui ne sont pas dans la main-d'œuvre elle-même, il est difficile de trouver où peut se produire l'action de l'ouvrier sur le revient. Dans certains cas particuliers, quand il s'agit d'un ouvrier d'élite à divers points de vue, il peut devenir entrepreneur de main-d'œuvre et arriver à la réduire par des efforts spéciaux. C'est là une situation exceptionnelle, qui lui donne une position supérieure, le fait se présente rarement. Nous avons déjà dit comment, dans ces conditions, il convenait de répartir le salaire de l'entreprise. M. X. Rogé, maître de forges et président du Tribunal de commerce de Nancy, appuie ces vues et toutes celles qui, en améliorant le salaire, réduisent la main-d'œuvre, par conséquent les prix de revient, et étendent ainsi le marché français. Nous approuvons hautement cette manière d'appliquer le salaire et d'intéresser l'ouvrier à ce qu'il connaît le mieux; c'est là un moyen très honorable pour lui d'améliorer sa position et d'arriver à une certaine indépendance méritée, qui doit rester dans des limites modestes; car, aujourd'hui plus que jamais et dans toutes les positions, nous dépendons toujours d'une force qui nous est supérieure, la lutte pour la vie existe partout, il faut savoir l'accepter. Nous ne saurions trop insister pour affirmer que, dans le revient de nos produits, l'action de l'ouvrier se borne à une partie de la main-d'œuvre et que la main-d'œuvre doit être organisée de manière à donner à l'ouvrier la plus large part possible relativement à ses efforts pour la réduire.

Nous revenons encore sur le salaire variable suivant une échelle mobile, en rapport avec le cours commercial du produit; c'est là un mode que l'ouvrier peut apprécier et contrôler, il convient bien aux matières premières, mais il est beaucoup plus difficile de l'adapter aux produits complexes, qui subissent les cours élevés des matières premières; cependant il ne serait peut-être pas impossible, en étudiant la question, de pouvoir faire application de ce système à un assez grand nombre de produits; ce serait un moyen d'entente précieux, car il réglerait, par avance, les conditions variables du salaire et pourrait écarter des réclamations toujours délicates dont les conséquences peuvent être fâcheuses.

J'ai déjà signalé d'autres avantages de ce système qui est appliqué avec succès en Amérique.

Autant il nous paraît nécessaire et absolument juste d'intéresser l'ouvrier au salaire proprement dit et de régler ce salaire de telle façon qu'il puisse le contrôler chaque jour, autant il nous est difficile de comprendre l'intérêt qu'il peut trouver, d'une manière générale, à toute combinaison qui lie son salaire à l'ensemble des bénéfices d'une affaire, puisqu'ils reposent sur tous éléments auxquels il est absolument étranger; éléments qui, en dehors des frais généraux, qu'il ne saurait apprécier, comprennent les prix des matières premières rendues à pied d'œuvre et les prix de vente des produits finis, c'est-à-dire les achats et les ventes, c'est-à-dire encore les opérations de la direction; opérations qui sont faites ou déterminées par une seule personne ou par un Conseil d'administration, que l'ouvrier ne saurait non seulement ni juger, ni apprécier, mais dont il n'a et ne peut avoir aucune idée. Il y a encore l'organisation technique de l'industrie à laquelle il ne peut davantage. Si l'on ne veut pas troubler l'esprit des ouvriers, il faut les laisser dans leur domaine et faire que ce domaine soit organisé de façon à les intéresser à ce qu'ils peuvent comprendre, à ce qu'ils savent. Oui, certes, il faut les intéresser; on ne saurait trop le faire. Mais, si on veut les intéresser à ce qu'ils ne peuvent comprendre, on les expose à des mécomptes, à des mécontentements, et, par conséquent, à des dangers, — et à des dangers très graves.

Nous ne pouvons quitter cette question des conditions normales du salaire, sans dire au moins quelques mots de l'étude à laquelle elle a donné lieu, à l'occasion de l'exposition du groupe de l'Economie sociale en 1889.

M. Ch. Lavollée, rapporteur spécial de la section qui a pour titre « Rémunération du travail », donne un souvenir à la doctrine du *fonds des salaires*, qui n'a plus qu'un intérêt historique. Le distingué et très expérimenté rapporteur, n'a aucune difficulté à démontrer qu'aujourd'hui l'abondance des fonds de roulement des industries est plus que suffisante pour assurer le service du salaire, que la preuve en est dans les stocks considérables des produits de toute nature, et que souvent même l'abondance de ces stocks est un embarras qui peut devenir un danger. La théorie de la loi d'airain, qui est une arme de combat aux mains des socialistes, ne saurait être soutenue vis-à-vis des ouvriers intelligents de nos grandes industries. Le salaire de l'ouvrier n'est pas enfermé dans les limites étroites des besoins indispensables à sa vie; on ne peut donner cette affirmation générale, bien que le fait puisse exister dans des cas particuliers; quand, dans une même usine, le salaire quotidien varie de 2 fr. 50 à 10 et 12 francs, on ne peut soutenir que la loi d'airain soit la base du salaire. Le salaire peut descendre à la limite des besoins nécessaires pour l'ouvrier manœuvre; mais ce nécessaire varie suivant les pays, suivant les us et coutumes. Nous avons en outre à constater les augmentations considérables dont le salaire a profité, surtout depuis 1830; ces augmentations ont profité autant aux ouvriers agricoles qu'aux ouvriers de l'industrie. Cet état d'amélioration est indiscutable; c'est aussi la conclusion de M. Ch. Lavollée, qui constate, comme un des signes du temps, que la productivité du travail cherche sa rémunération dans des compléments variés du salaire journalier. C'est surtout ce que nous avons voulu signaler en parlant du travail à la tâche, des primes, des sursalaires.

M. E. Cheysson aurait voulu pouvoir préciser la progression des salaires, en s'appuyant sur une statistique établie sérieusement, dans des conditions qu'il a définies dans une étude sur le salaire, publiée en 1884 (1). Il expose comment se font les statistiques dirigées par l'Administration, le peu de foi qu'on peut avoir dans les chiffres moyens qu'elles nous apportent; il serait donc d'un grand intérêt de posséder des chiffres exacts; à leur défaut, chacun peut regarder autour de soi, et personne ne méconnaîtra les améliorations qui existent. Toutes les combinaisons que nous signalons sont appliquées à l'envi et le seraient bien plus encore, si les ouvriers et les patrons se rapprochaient davantage, comme il est de leur intérêt de le faire, et comme, nous voulons l'espérer, ils le feront; ils assureront ainsi par leur contact et les progrès qui en seront les effets, un nouvel accroissement de bien-être.

Nous trouvons, dans le rapport de M. Léon Say, rapporteur général du groupe de l'Economie sociale, cette vérité, que nous croyons avoir établie dans ce chapitre même. L'augmentation légitime de la part qui revient au travailleur est celle qui peut être prélevée sur l'abaissement du prix de revient. *Le bon marché est un progrès* et le travailleur lui-même est le premier qui en profite. Nous avons défendu cette vérité, avec un certain amendement, que cette part doit être très large, quand il s'agit de cette portion du prix de revient, qui est spéciale à la main-d'œuvre, parce que dans cette part l'ouvrier a souvent une action spéciale qui doit toujours être largement récompensée. Nous le disons avec l'éminent rapporteur général

(1) X. Rogé. *Appréciations sur la participation des ouvriers aux bénéfices dans l'industrie.* Nancy, imprimerie Nancéienne, 1, rue de la Pépinière, 1885.

(1) *Le salaire au point de vue statistique, économique et social*, rapport fait à la Société d'Economie sociale, 174, boulevard Saint-Germain. E. Cheysson, 1884.

Digitized by Google

du groupe de l'économie sociale, c'est l'économie du revient qu'il faut chercher, parce que cette économie favorisera, élargira notre commerce extérieur. Ce sont les exportations qui, au point de vue général, nous intéressent particulièrement.

M. Ch. Lavollée termine son rapport spécial sur la rémunération du travail, par une déclaration que je vais citer textuellement :

« Tous les documents s'accordent, dit-il, à signaler dans les différents pays l'évolution vers la concentration industrielle, vers l'agglomération des capitaux et des ouvriers, et l'on n'aperçoit nulle part que cette évolution s'opère au préjudice de la main-d'œuvre. Si quelques regrets s'attachent à la diminution graduelle des petits ateliers, ils sont inspirés uniquement par des considérations morales et sociales qui méritent en effet la plus sérieuse attention. »

Ces paroles sont très justes. L'évolution que M. Ch. Lavollée constate, ne s'opère pas au préjudice de la main-d'œuvre.

Nous croyons avoir démontré que le salaire, si injustement attaqué, est un merveilleux outil, d'une souplesse infinie, indéfiniment perfectible, qui a le grand mérite d'être compris par l'ouvrier d'élite comme par le plus simple manœuvre, et de pouvoir être contrôlé et discuté par chacun. Il est le résultat du travail des siècles, il permet d'intéresser à son travail le plus modeste des ouvriers. Tout ce que nous avons dit à son sujet s'appuie sur des faits et aucun de ces faits n'est exceptionnel ; on les trouve dans les ateliers de tous les pays. Sans doute le salaire n'est pas une institution parfaite, et souvent encore, ce mode de rémunération du travail n'est pas à l'abri des critiques ; mais il est supérieur à tout ce qu'on peut proposer. L'un de ses grands avantages c'est d'uniformiser, autant qu'on peut l'espérer, la rémunération qu'on doit aux ouvriers d'un même mérite. C'est ce fait qui lui donne une supériorité incontestable, parce que c'est là un résultat d'une justice indéniable. Le salaire est perfectible et sa perfection se trouvera toujours dans les moyens qui, en l'améliorant, réduiront la main-d'œuvre des produits.

Il n'y a là rien de paradoxal ; il faut réduire la main-d'œuvre et améliorer les conditions du salaire. C'est par la division du travail et par l'emploi de l'outillage perfectionné qu'on doit y arriver, qu'on est déjà arrivé, pour toutes les industries, à réaliser ces progrès, et ces progrès sont imposés de plus en plus à tous les pays ; ces progrès sont liés aux revients des produits finis, et c'est la réduction du revient qu'il faut toujours avoir en vue, on ne saurait trop le répéter. L'ouvrier observateur, habile, intelligent, dévoué à son devoir, peut nous aider beaucoup dans cette tâche. La main-d'œuvre est son élément, ses chefs peuvent concevoir les moyens de la réduire, mais c'est toujours lui qui les appliquera, et c'est sur ce point, qu'il est réellement dû à l'ouvrier une part spéciale justement méritée. Sur le terrain de la main-d'œuvre, on ne peut trop faire pour intéresser l'ouvrier, parce que là il peut faire beaucoup lui-même, et c'est par les primes et le sursalaire, par des procédés simples et qu'il peut parfaitement saisir, qu'on y arrive. Il convient de développer ces moyens de plus en plus, parce qu'ils ont pour conséquence, la solidité de l'industrie et la possibilité pour notre pays de produire pour l'exportation. Mais, en vérité, quand on présente la participation des ouvriers aux bénéfices comme un moyen infaillible de résoudre les difficultés présentes, quand on affirme que là est le nœud de la question sociale, quand, en présence de l'impossibilité de l'imposer à l'industrie, on veut par une loi l'imposer aux concessionnaires de l'Etat et la faire pratiquer, par l'impôt, dans les exploitations de l'Etat, nous sommes profondément attristé et nous nous demandons où l'on nous conduit. Si cette loi était adoptée par nos Parlements, ce ne serait pas un exemple de la participation aux bénéfices qui nous serait donné, mais un exemple d'organisation du salaire par l'impôt, c'est-à-dire un acte de socialisme d'Etat d'un caractère particulièrement injuste (1).

Il est impossible de prévoir où l'on s'arrêterait dans cette voie. Les promoteurs de la participation aux bénéfices vont bien loin, beaucoup plus loin que la Société fondée pour la défendre et la vulgariser, dont nous citions les vues avec éloge, dans les premières pages de ce travail. « Cette société, disait alors M. Ch. Robert, exprime au sujet du salaire les vues les plus libérales, elle ne présente pas la participation aux bénéfices comme un remède spécial aux difficultés sociales, elle cherche les avis, les observations, les jugements des hommes de bonne volonté en situation de l'éclairer, etc., etc. » Les auteurs de la loi que nous avons discutée sont loin de montrer cette patiente sagesse, leur impatience est un témoignage d'ardeur, mais aussi de faiblesse ; ils feraient bien de prendre les avis des partisans de la participation, tels que MM. Jules Simon, Léon Say, Emile Levasseur, que nous avons eu occasion de citer, et aussi de lire notre consultation dans les divers pays, qui donne l'avis de publicistes éminents et de grands manufacturiers ; ils éviteraient ainsi une tentative qui, aux mains de l'Etat et dans ses usines, ne peut avoir aucun caractère pratique, mais peut conduire les ouvriers aux illusions les plus étranges et les plus dangereuses.

Nous avons dit tout ce que nous pouvons dire ici du salaire, nous ajouterons cependant, que tout n'est pas fini pour une société industrielle, quand elle a payé le salaire de l'ouvrier. Certainement, en droit, elle ne lui doit plus rien, c'est aussi exact que rigoureux. Toutefois, les chefs d'industrie ont d'autres devoirs à remplir.

L'ouvrier n'est pas une machine pour laquelle tout est fait quand on lui a fourni l'élément de la puissance et lubrifié ses organes ; il est un homme, il est un autre nous-mêmes. Nous avons dit les progrès merveilleux de la science ; depuis soixante ans l'industrie a subi du fait de ces progrès une transformation complète (1) et la science marche toujours, et toujours l'évolution vers la concentration industrielle suit les progrès de la science, qui reste victorieusement la seule base de l'avenir de l'industrie. L'ouvrier se trouve perdu dans ces vastes agglomérations. Le trouble général qui se produit est facile à comprendre, nous ne devons pas nous y arrêter pour redouter l'avenir, mais nous devons nous y arrêter pour chercher et trouver des solutions équitables qui ne seront pas des illusions, et ne nous exposeront pas à de nouveaux dangers.

L'entente sur le salaire est certainement un point important ; si puissante que soit cette condition de la paix sociale, elle n'est pas la seule, et quand je dis que l'ouvrier est un autre nous-mêmes et que tout n'est pas fini avec lui, quand on lui a compté son salaire, j'entends dire qu'il est un collaborateur sérieux de l'industrie, que les industriels lui doivent un concours moral qui est indispensable à la paix. Le salaire ne suffit pas, il s'accroit partout et au fur et à mesure qu'il augmente, l'état de tension redouble. On le voit à chaque instant, dans toutes les grèves, dans tous les congrès, les camps sont séparés, les armées en présence, le lien moral n'existe pas, le bienfait des bonnes relations est méconnu, le bienfait n'inspire plus confiance, on le repousse ; il s'est établi entre l'ouvrier et ceux qui l'emploient, des hommes qui n'ont d'autre pensée que celle de créer et d'entretenir les discordes. C'est une caste à part, dont l'importance croit chaque jour, qui chaque jour s'organise avec une nouvelle force ; elle s'appuie sur les passions, elle entraîne les masses. Les chefs d'industrie ont eu le grand tort de négliger cette puissance funeste, ils ne lui ont jamais fait résistance.

Les œuvres patronales qui sont répandues en France dans de très nombreux établissements ne sauraient trop s'étendre. Les chefs d'industrie ne doivent pas se décourager. Ces œuvres font leur honneur, on les trouve dans nos chemins de fer, dans nos mines, dans nos forges et dans nos industries les plus diverses. L'exposition d'Economie sociale les a mises en évidence ; il ne faut cesser de les faire connaître, de les citer comme modèles et de les pratiquer. Les ouvriers ne peuvent les méconnaître, et, dans tous les cas, les reconnaîtront, quand on aura écarté d'eux les hommes néfastes qui se déclarent eux-mêmes les chefs de la guerre sociale. Il faut donc écarter ces hommes dangereux et pour les écarter, je ne vois qu'un moyen, c'est celui de rapprocher les ouvriers des industriels, d'établir partout le contact permanent. C'est de régler les différends qui peuvent se produire, comme on les règle en famille, sans l'intervention d'étrangers qui, comme certains hommes d'affaires méprisables, n'interviennent jamais entre les parties que pour aggraver leurs désaccords, qui font leur fortune. Ce terrain est parfait, il n'est pas difficile à trouver, c'est là où nous pouvons dire avec raison que la bonne volonté peut avoir de précieux résultats.

Nous nous proposons, dans notre prochain article, de décrire sommairement la place importante et très honorable que les institutions patronales ont occupée à l'Exposition de 1889 dans le groupe de l'Economie sociale. Nous aurons pour guides, dans cet examen, MM. Léon Say et Emile Cheysson, et nous prouverons aisément à tout lecteur sans prévention, que ces œuvres témoignent à la fois d'une générosité très large et des sentiments les plus élevés ; elles s'occupent non seulement de tout ce qui touche directement aux intérêts, mais de tout ce qui conduit à la vie de famille et à l'éducation morale.

(A suivre.) A. GIBON.

REVUE DES QUESTIONS OUVRIÈRES

La grève du Pas-de-Calais. — La grève du Pas-de-Calais a duré du 16 au 30 novembre. A l'exception de quelques échauffourées peu importantes, les ouvriers se sont fait remarquer par leur calme, leur discipline, leur obéissance aux décisions prises par leurs délégués. Nous avons exposé dans notre dernier article (2) sur les *Questions ouvrières*, quelles avaient été les revendications présentées au Comité des houillères par le secrétaire du Syndicat. M. Basly s'étant fait fort d'obtenir des mineurs leur soumission à un Conseil d'arbitrage, le Gouvernement désigna de suite cinq arbitres que le Comité des houillères accepta, mais qui furent repoussés par les mineurs. Ce fut un conseil formé par cinq délégués des Compagnies et cinq délégués du Syndicat qui fut chargé de régler le différend. Cet arbitrage était normal ; la grève n'avait pas éclaté à cause d'une contestation entre les ouvriers et leurs patrons, mais par suite de nouveaux contrats de louage proposés par les uns, refusés par les autres. Dès lors, la libre discussion des intéressés pouvait seule amener un accord durable et rapide, et la meilleure preuve que la chose était possible, c'est que l'entente a été complète sur tous les points.

Cependant il est certain que la remise à l'étude de la loi sur les caisses de retraite des mineurs et la proposition de conciliation faite par le Gouvernement ont apaisé les esprits et facilité normalement le travail du conseil d'arbitrage. Les Compagnies se sont engagées à ce que les porions répartissent les chantiers le plus équitablement

(1) Nous avons démontré dans notre brochure sur la paix des ateliers, que le socialisme d'Etat doit être repoussé au même titre que le socialisme révolutionnaire. Le résultat de leur contrainte sera toujours d'anéantir l'action individuelle qui est la force la plus puissante de l'état social. M. G. Picot a traité cette question plusieurs fois, on sait avec quel talent et quelle science. Nous recommandons particulièrement sa conférence à Amiens du 3 décembre 1890, qui se rattache à notre étude, elle a pour titre : « Les moyens d'améliorer les conditions de l'ouvrier. » (Voir la *Réforme sociale* du 1er janvier 1891). Chacun s'occupe aujourd'hui de l'ouvrier ; c'est une nécessité ; mais, je dirai encore ici à l'ouvrier qu'il a aussi le devoir de s'occuper beaucoup de lui. Il a ses droits et même quelques privilèges ; qu'il use de ses droits avec sagesse et qu'il ne recherche pas la faveur. Les privilèges sont des injustices, il n'en faut au profit de personne, et si l'on avait la faiblesse d'en mettre dans les lois ouvrières, les ouvriers pourraient bien un jour le regretter. A. G.

(1) *La Paix des ateliers*. A. Gibon, Guillaumin et Cie.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 4, p. 61.

Digitized by Google

possible ; la moyenne des salaires a été fixée à la moyenne de 1889 majorée à 20 %; le conseil d'arbitrage a émis le vœu que le Sénat adopte prochainement le projet de loi sur les caisses de retraites ; le nombre des heures de travail, qui est effectivement de huit heures, n'a pas été modifié, et les Compagnies ne renverront pas d'ouvriers pour cause due à la grève actuelle. Ces résolutions, adoptées par le conseil les 27 et 29 novembre à la préfecture d'Arras, furent acceptées par toutes les Compagnies, et le 30 novembre, les ouvriers résolurent de reprendre le travail dès le lendemain matin. Les mines de Bruay et de Béthune, qui avaient été les premières à se mettre en grève, furent aussi les dernières à s'apaiser ; mais, grâce aux explications fournies aux ouvriers par leurs administrateurs, l'exploitation était reprise dès le 7 décembre.

Heureusement que, malgré les appels réitérés du Syndicat du Pas-de-Calais, les mineurs d'Anzin n'ont pas suivi l'exemple des 35 000 mineurs leurs voisins. Seuls, la concession de l'Escarpelle et quelques puits de celle d'Aniche ont pris part au mouvement.

Les mines de Belgique et d'Allemagne, comme celles du Centre de la France, n'ont pas été troublées un seul instant. L'indifférence des Allemands a même été telle que la souscription ouverte parmi eux n'a pas produit plus de 126 marks. Nos ouvriers, toujours prêts à s'attendrir au récit des misères internationales, feront bien de ne pas oublier ces preuves de charitable intérêt que viennent de leur donner les travailleurs des pays voisins. Dès le 20 novembre, les charbons anglais et belges avaient remplacé les charbons français sur les marchés du Nord, et la production des mines d'Anzin a augmenté de 50 %, car elle s'est élevée de 10 000 à 15 000 tonnes par jour.

La mine de Monthieux. — Un crédit de 50 000 francs a été ouvert par le Parlement aux ouvriers de Monthieux, réduits à la misère par un chômage de 7 ans. Le Conseil municipal de Paris a aussi accordé 10 000 francs. Mais, lorsqu'il s'est agi de distribuer ces subsides, expressement accordés sous forme de secours, il y eut conflit entre les anciens mineurs de Monthieux et la Société « la Mine aux Mineurs » qui avait été la première à réclamer les subsides. Le ministre des Travaux publics a ouvert une enquête. La mine a été inaugurée le 4 décembre.

Statistique des grèves (1). — Le Syndicat des mineurs de Lens compte 15 000 membres. C'est le groupe le plus important, car l'ensemble des vingt-quatre Syndicats d'ouvriers mineurs atteint seulement le chiffre de 23 000. D'après une statistique du ministère des Travaux publics, le salaire journalier des mineurs et leur salaire annuel ont doublé depuis quarante ans, et la production individuelle est passée de 140 tonnes en 1860 à 215 tonnes en 1888 ; mais la valeur de la houille, qui était de 12 francs en 1860, est tombée à 10 fr. 30. Si le salaire a pu augmenter, tandis que la valeur de la houille baissait, c'est que, grâce aux progrès des procédés d'exploitation, la production individuelle s'est développée. En 1860, la part du salaire était de 44 % de la valeur de la houille ; elle est aujourd'hui de 50 %. Peut-on concevoir qu'elle devienne encore plus grande ?

Du reste, les grèves réussissent peu. Sur 57 relevées de 1852 à 1889, 11 seulement ont eu une issue favorable aux grévistes, et 62 ont été un échec ; toutes les grèves causées par une diminution des salaires ont échoué. C'est à partir de 1876 que les grèves de mineurs devinrent fréquentes, ordinairement cinq à six par an. Les plus longues ont été celle de Decazeville, en 1886, qui a duré six mois, et celle d'Anzin qui a duré deux mois (1884). La dernière grève du Pas-de-Calais a dû coûter 150 à 180 000 francs aux ouvriers par jour, celle d'Anzin, qui avait condamné à l'inaction 10 150 hommes, leur avait fait perdre 2 millions.

Statistique des salaires (2). — M. Cheysson, inspecteur général des Ponts et Chaussées, chargé de faire un rapport au congrès de l'*Institut international de Statistique*, tenu à Vienne du 28 octobre au 3 novembre 1891, a fait voter les résolutions suivantes par l'assemblée générale : « La *statistique des salaires* devra être établie, non d'après les salaires moyens, mais d'après les salaires effectivement payés à chaque ouvrier pendant l'année ou la campagne de fabrication, en tenant compte des divers modes de paiement, des bonis et des nombres d'heures et de jours de travail. Ces renseignements devront être complétés par des monographies de famille. Il faudra étudier des manufactures publiques et privées et intéresser l'ouvrier lui-même à ces recherches. Enfin l'Institut recommande d'utiliser les données recueillies par les assurances ouvrières dans les pays où elles sont obligatoires, et émet le vœu que les pays qui n'ont pas encore d'Office du Travail en créent le plus tôt possible. »

Les développements que donne M. Cheysson à l'appui des résolutions votées en montrent toute l'importance. Cependant, au dire même de M. Gould, qui vient d'achever une enquête dont il avait été chargé en Europe par l'Office du Travail des Etats-Unis, il sera difficile d'admettre sans un contrôle minutieux les chiffres pris à la source des assurances obligatoires. En effet, M. Gould a remarqué la défiance des ouvriers allemands pour toute enquête portant sur leurs salaires. Craignant de voir augmenter leur part de contribution à l'assurance, ils ne renseignent pas exactement sur ce qu'ils gagnent.

La question des 8 heures en Angleterre (3). — Cette question n'est pas la même en Angleterre que sur le continent, car l'Angleterre réclame la journée de 9 heures depuis 1860 et l'a déjà presque partout obtenue. La journée de 8 heures en Angleterre équivaut à la réduction de la journée à 10 ou 11 heures dans la plupart des industries du continent. Du reste, en Angleterre, tout le monde désire cette réforme ; on ne discute que sur les moyens propres à l'obtenir. Les Trades'Unions anglaises réglementent le prix des heures supplémentaires. Si l'activité industrielle vient à diminuer, les heures supplémentaires disparaissent, mais chaque usine conserve le même nombre d'ouvriers. S'il arrive que, malgré cela, il y ait un certain nombre d'ouvriers congédiés, la caisse des Trades'Unions les envoie dans d'autres centres, qui ont besoin de bras, en payant leur voyage, et même, dans les grandes crises, elle subvient à leur existence pendant les chômages forcés. Les dépenses de donations ou frais de voyage des Trades'Unions n'ont cependant jamais dépassé les recettes régulières. Depuis 1840, les mineurs anglais réclament avec insistance que les patrons s'associent en syndicats de production, au lieu de se faire une concurrence acharnée, et c'est pour adapter la production à la demande, en la réduisant, qu'ils veulent réduire le nombre des heures de travail.

Le marquis de Lorne, lord Randolph Churchill, M. Chamberlain, sont pour la journée de 8 heures, qui existe de fait dans les mines. Quel sera le résultat de son application ?

En tous cas, il ne faut pas oublier que ce n'est pas ceux qui ont du travail qui fixent le taux du salaire, mais bien ceux qui en manquent. La journée de 8 heures en attirant l'offre du travail, augmentera « l'armée de réserve » des ouvriers sans occupation.

Coopération et participation aux bénéfices. — Les sociétés de coopération sont beaucoup plus prospères en Angleterre qu'en France : M. Breslay (1) analysant les résultats de leurs opérations en 1890, conclut qu'il y a 1 042 794 coopérateurs se distribuant 31 311 281 liv. st. de marchandises et réalisant 101 080 900 francs de bénéfices, soit plus de 96 francs par sociétaire. Avec ces profits on peut fournir la cotisation de sa *friendly society*, son assurance sur la vie, et conserver encore la somme nécessaire à l'achat par acomptes d'un cottage. « Malheureusement, dit M. Breslay, on tente en Angleterre de fonder des Sociétés coopératives de production. Elles réussissent peu, et leur chiffre d'affaires n'est que de 426 721 liv. st. »

En dehors des Sociétés coopératives proprement dites, les *Cooperative Stores* de Londres, qui tirent leurs bénéfices des ventes à prix réduits, comme nos « grands magasins », font bonne figure. En 1890, leurs ventes se sont élevées à 5 766 000 liv. st. et leurs bénéfices nets à 180 000 liv. st., ce qui représente un bénéfice de 3,13 %. Ces Sociétés sont formées par de petits actionnaires, officiers ou employés.

Dans son discours (2) à Port Sonnlight du 29 novembre 1891, M. Gladstone s'est prononcé pour la participation aux bénéfices. Tout en reconnaissant les difficultés qui empêcheront encore pendant longtemps la participation d'être la règle générale des rapports entre le patron et l'ouvrier, il croit qu'il n'y a pas de moyen plus séduisant de rétablir l'entente entre le capital et le salaire.

On sait qu'en France, la Chambre des Députés s'est préoccupée d'établir la participation aux bénéfices dans les manufactures de l'Etat (proposition de loi du 22 mai 1891). La Commission chargée de l'examen de cette question a entendu, le 26 novembre dernier, le Directeur de l'Imprimerie nationale. Cet atelier est le seul établissement d'Etat où le régime de la participation soit en vigueur. La Commission se préoccupe de savoir si la participation ne pourrait pas être établie dans les autres manufactures dépendant du Ministère des Beaux-Arts.

MAX DUCHANOY,
Ingénieur civil des Mines.

(1) *L'Économiste*, 5 décembre 1891, article de M. V. TURQUAN.

(2) *Réforme sociale*, 1er décembre 1891.

(3) *Revue d'Economie politique*, nov. 1891, art. de M. Lino BRENTANO, professeur à l'Université de Munich.

DE LA RESPONSABILITÉ ET DE LA FAUTE LOURDE
en matière d'accidents du travail.

(Suite et fin [3].)

Nous avons fait connaître dans la première partie de cette étude l'état actuel de la législation sur la responsabilité des accidents du travail, et nous avons indiqué les projets de loi en élaboration dans les différents pays de l'Europe ; il nous reste à résumer et à apprécier lesdits projets de lois, en ce qui concerne la recherche de la faute lourde.

En Allemagne et en Autriche, la faute lourde n'est pas recherchée, ni pour le patron, ni pour l'ouvrier, mais seulement l'intention coupable avec préméditation, si elle est établie par un jugement pénal.

Au contraire, la faute lourde serait recherchée, tant pour les patrons que pour les ouvriers, en Suisse, en Suède, en Danemark, en Russie, en Hollande, en Angleterre, en Espagne et en Belgique, et elle serait recherchée seulement pour les patrons, en Norvège et en Italie.

En France, il faut distinguer, puisque indépendamment des propositions de lois émanant de l'initiative parlementaire, on se trouve en présence de trois projets de loi. L'un, celui du 10 juillet 1888, voté par la Chambre des Députés ; le second, du 20 mai 1890, voté par le Sénat, et le troisième, présenté le 28 juin 1890 par le Gouvernement.

Le projet de la Chambre des Députés ne recherche ni la faute lourde du patron, ni la faute lourde de l'ouvrier ; cependant, en cas de condamnation du patron à plus de huit jours d'emprisonnement à raison de l'accident, la responsabilité civile du patron n'est plus limitée, et une action civile peut être intentée d'après les règles du droit commun.

(1) *Economiste*, 12 déc. 1891, art. de M. BRESLAY.

(2) *Economiste*, 5 déc. 1891, lettre d'Angleterre.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 8, p. 130.

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAMWAY FUNICULAIRE DE LA RUE BROADWAY A NEW-YORK

Fig. 1. Coupe longitudinale.

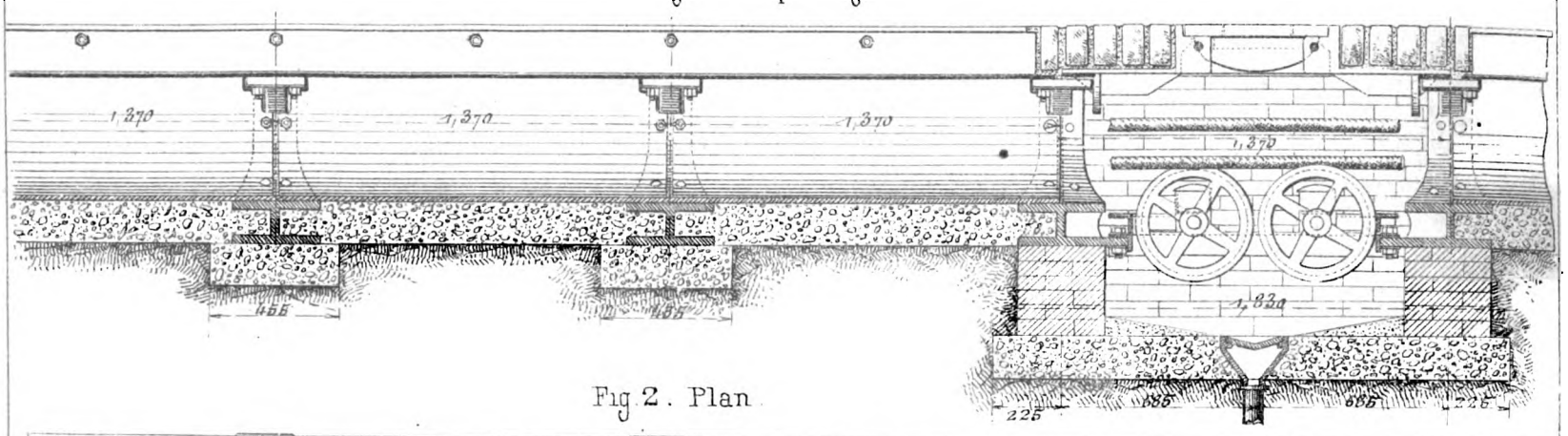


Fig. 2. Plan.

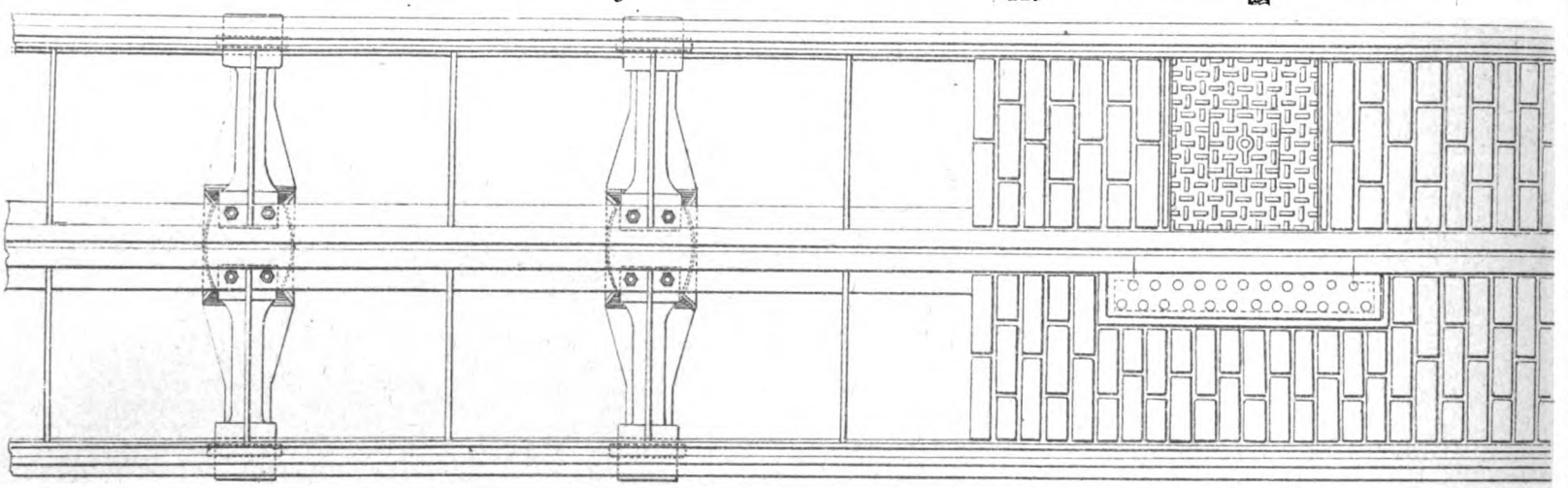


Fig. 3. Coupe par l'axe des supports des poulies.

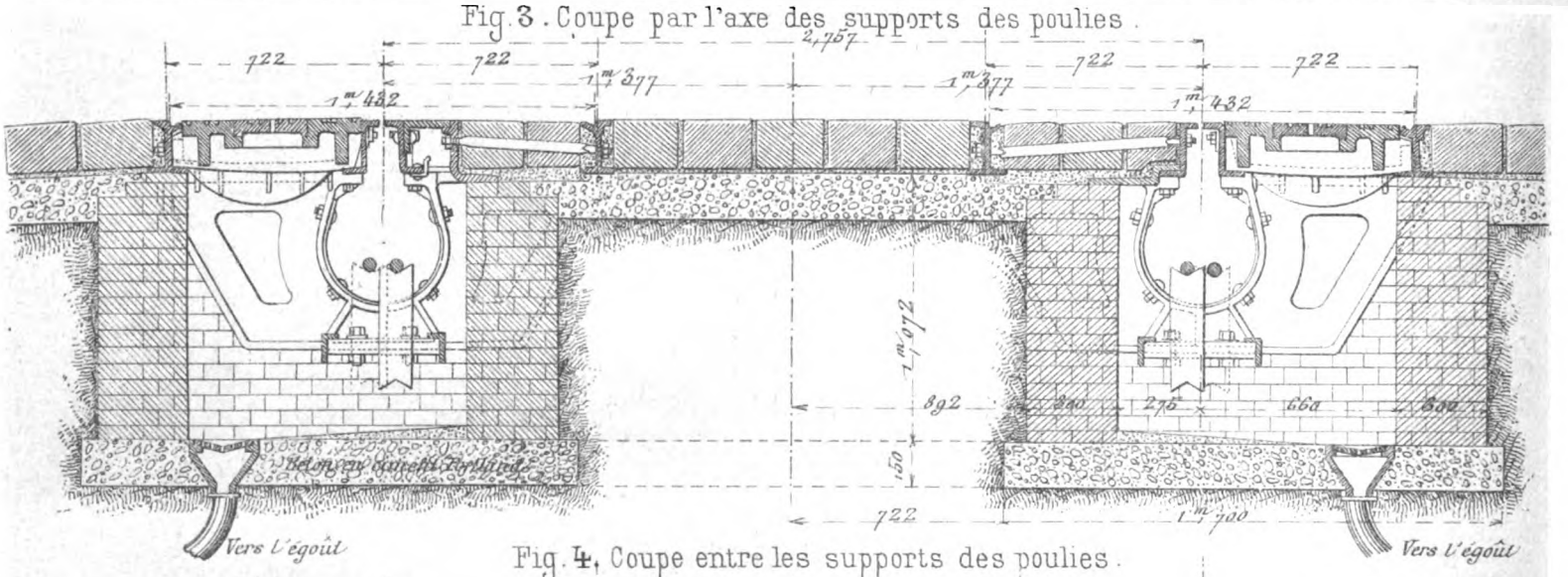
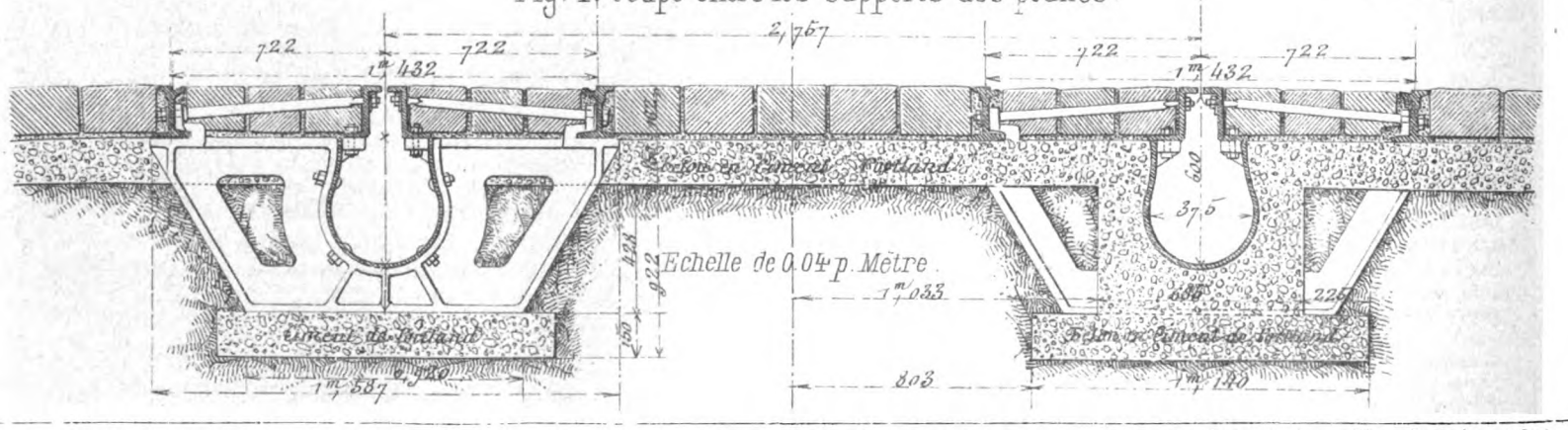


Fig. 4. Coupe entre les supports des poulies.



Imp. G. Derval et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

Le texte voté par le Sénat recherche la faute lourde du patron et de l'ouvrier, comme dans l'état actuel de la législation, c'est-à-dire, avec tous les procès qui en découlent; mais avec cette double différence toutefois, que les accidents de risque professionnel sont à la charge de l'entreprise et réglés par la loi, et que ce n'est plus à l'ouvrier, mais au patron, à faire la preuve de la faute lourde.

Dans le projet du Gouvernement, la faute lourde du patron et de l'ouvrier est recherchée, conformément aux articles 1382 et suivants du Code civil, mais, bien entendu, avec le renversement de la preuve.

Dans les discussions qui viennent d'avoir lieu au Congrès international de Berne, la question de la recherche de la faute lourde n'a pas été discutée à fond, parce que d'autres questions, plus à l'ordre du jour, ont occupé le temps que le Congrès avait à sa disposition.

Cependant, trois membres éminents du Congrès et le signataire de cet article ont, les uns repoussé, et les autres admis la recherche de la faute lourde.

M. Cheysson, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a repoussé l'introduction de la faute lourde, si difficile à définir, qui aurait le grand inconvénient d'ouvrir la porte à l'homme d'affaires qui envenime les contestations entre patrons et ouvriers. Pour lui, il faut obtenir avant tout l'extinction des procès et la paix sociale.

Le docteur Von Mayr, haut fonctionnaire allemand, est opposé à l'introduction de la faute lourde dans la loi, parce qu'elle rendrait impossible le fonctionnement régulier de l'assurance obligatoire.

M. Van Berchem, conseiller à la Cour de cassation de Belgique, s'est fait le défenseur de la recherche de la faute lourde, dans les conditions du projet du Gouvernement belge, qui s'est inspiré des études de la Commission spéciale qu'il a présidée.

Nous avons proposé au Congrès un système qui est une solution intermédiaire, et qui est de nature, pensons-nous, à écarter les objections faites de part et d'autre. Quelles sont ces objections?

Il y a des inconvénients à ne pas rechercher la faute lourde, et ce serait aller à l'encontre des règles de la justice. On a soutenu, en effet, à propos du projet de loi de la Chambre, et avec des arguments dont nul ne peut contester la valeur, qu'il est inique de traiter de la même façon l'ouvrier attentif, victime d'un accident professionnel ou d'une faute étrangère, et l'ouvrier coupable d'une grave imprudence, d'une faute lourde. On a dit aussi qu'il n'est pas équitable non plus d'exonérer le chef d'entreprise qui, par lui-même, ou par l'un de ses préposés, s'est rendu coupable d'une faute lourde. Ce serait une injustice flagrante envers les industriels qui n'ont pas commis de faute, et qui supporteraient cependant, par l'obligation de l'assurance, acceptée aujourd'hui par tous, leur quote-part dans la réparation de l'accident.

Ne pas admettre la faute lourde, c'est donner une prime à l'incurie et à la négligence, sans parler de l'intention coupable.

Et à un autre point de vue, où arrive-t-on et où arriverait-on? A l'augmentation du nombre des accidents, car on conçoit que, patrons et ouvriers, n'ont et n'auraient aucun intérêt direct à prendre des précautions en vue d'éviter l'accident, puisque, pour eux, le résultat serait exactement le même au point de vue de l'indemnité, qu'ils aient, ou non, commis une faute.

Les objections en sens contraire sont les suivantes : En recherchant la faute lourde, on arrive à cette conséquence qu'en laissant aux tribunaux le soin de déterminer, suivant les errements de la procédure, l'existence et les conditions caractéristiques des fautes, on ouvre la porte toute grande aux procès, à l'occasion de tous les accidents. Ce n'est pas le moyen de maintenir ou de ramener l'harmonie et la concorde entre les patrons et les ouvriers. C'est imposer aux uns des dépenses d'argent importantes et du temps inutilement dépensé; c'est exposer les autres à des excitations mauvaises dont profitent certains agents d'affaires inspirateurs de ces conflits, mais dont les ouvriers sont, pour ainsi dire, toujours victimes.

Il importe qu'une solution s'impose afin d'éviter des procès qui, actuellement, constituent une lourde charge et un aléa pour les patrons, sans donner aux ouvriers, dans la plupart des cas, ce qu'une loi sur la responsabilité des accidents leur attribuera.

Nous avons proposé, en juin 1890, dans une des séances du Comité international des accidents du travail, un système qui tiendrait compte de la faute lourde, tout en supprimant les procès, et nous l'avons également proposé, en septembre dernier, au Congrès de Berne.

Les procès d'accidents ont toujours, pour ainsi dire, un double but: rechercher d'abord s'il y a faute, et ensuite faire allouer et fixer une indemnité en raison du préjudice causé.

Le premier but n'aurait plus d'objet si la loi instituait un tribunal spécial, un jury arbitral au sein duquel les patrons et les ouvriers seraient représentés, et qui ferait, aussitôt après l'accident, sans aucun délai que celui strictement nécessaire, une enquête sur l'accident, et qui déciderait, dans un délai sommaire, dont le maximum serait fixé, s'il y a, ou non, faute du patron ou de l'ouvrier. Le président du tribunal civil, en chambre du conseil, ou un autre jury arbitral supérieur, serait juge en dernier ressort, toujours à très bref délai.

Les tribunaux civils n'auraient donc pas à intervenir pour dire s'il y a, oui ou non, faute lourde.

Le deuxième but de tout procès consistant dans la fixation du préjudice causé et dans l'allocation d'une indemnité à la victime ou à ses héritiers, n'aurait pas non plus sa raison d'être, si la loi fixait le taux d'indemnité dans tous les cas, avec augmentation de tant pour cent, en cas de faute lourde du patron, et une diminution du *même* tant pour cent, en cas de faute lourde de l'ouvrier.

Ainsi, si les indemnités, en cas de risque professionnel, étaient basées sur la moitié du salaire, il suffirait d'ajouter dans la loi qu'elles seraient, dans un cas, augmentées de 50 %, par exemple, ou toute autre fraction moindre à déterminer, c'est-à-dire portées aux trois quarts du salaire, et que, dans l'autre cas, elles seraient diminuées de 50 %, c'est-à-dire réduites au quart du salaire.

L'article 1er de la loi pourrait être ainsi libellé :

Tout accident survenu par le fait du travail ou à l'occasion du travail, aux ouvriers et employés de toute industrie où le travail sera reconnu dangereux donne droit, au profit de la victime ou de ses ayants droit, à une indemnité dont l'importance et la nature sont déterminées ci-après.

Cette indemnité est à la charge du chef de l'entreprise, qu'elle qu'ait été la cause de l'accident. Toutefois :

1° Il n'est dû aucune indemnité à la victime qui aura intentionnellement provoqué l'accident;

2° L'importance de l'indemnité est réduite de x %, lorsque le chef de l'entreprise prouve que l'accident est survenu par la faute lourde de la victime;

3° L'importance de l'indemnité est augmentée de x %, lorsque la victime, ou ses ayants droit, fait preuve que l'accident est survenu par la faute lourde du chef de l'entreprise ou de ses préposés.

Ces principes sont applicables aux exploitations gérées pour le compte de l'État, des départements, des communes et des établissements publics.

Un règlement d'administration publique déterminera les industries dans lesquelles le travail, soit dans son ensemble, soit dans certains points, sera reconnu dangereux.

Dans les conditions qui viennent d'être indiquées, la grosse objection contre la recherche de la faute lourde disparaît. Il n'y aurait plus de procès.

C'est un système analogue qui est proposé par MM. Ricard et Guieysse, députés, dans la proposition de loi de janvier 1891, avec cette différence toutefois, que la juridiction paternelle intervient, non seulement pour dire s'il y a faute lourde, mais encore pour fixer dans quelle proportion il y aura lieu de majorer ou de réduire l'indemnité, tandis que nous proposons de fixer la proportion dans la loi, c'est-à-dire de la rendre uniforme et égale pour tous.

Nous avons été guidé en cela par le désir de conserver aux tribunaux arbitraux leur caractère et leur autorité morale de conciliateurs, qu'ils perdraient le plus souvent, s'ils avaient à fixer l'indemnité en plus ou en moins. L'une des parties pourrait se croire lésée dans cette fixation.

Mais il y a un autre avantage dans le système que nous proposons, c'est qu'il ne gênera pas l'organisation et le fonctionnement de l'assurance obligatoire dans le cas où elle serait établie en France. Somme toute, le risque serait le même pour la Caisse d'assurances, puisqu'il y aurait, dans un cas, augmentation, et dans un autre cas, diminution, dans la même proportion, de l'indemnité à payer, et les statistiques indiquent que le nombre des accidents de faute lourde des ouvriers est le même sensiblement que celui des accidents dus à la faute lourde des patrons.

Les calculs de risques seraient donc basés sur les indemnités fixées par la loi, sans avoir à tenir compte des majorations ou des réductions pour faute lourde. Il y aurait même en définitive avantage pour la Caisse d'assurances, puisqu'elle pourrait réclamer aux patrons coupables le tant % en plus. Si elle ne voulait pas ou ne devait pas en profiter, le produit des encaissements supplémentaires serait versé à un compte spécial dont le crédit serait affecté à patronner des œuvres d'intérêt général en matière d'accidents du travail, ou bien servirait à augmenter les pensions ou à diminuer les primes d'assurances dans des cas plus particulièrement recommandables.

Si la loi contenait de semblables dispositions, la faute lourde serait punie, les procès seraient supprimés, l'assurance obligatoire rendue possible, et, en comparaison avec tout autre système qui admet la faute lourde, il y aurait avantage pour les ouvriers et les patrons.

Il y aurait avantage pour l'ouvrier qu'une faute lourde pourrait mettre absolument dans la misère et à la charge de l'assistance publique, tandis que dans le système préconisé, il aurait une indemnité réduite qui lui donnerait du pain, du pain noir, il est vrai, pour lui et les siens. Il y aurait avantage pour le patron, puisqu'il ne serait pas exposé à des condamnations dont le chiffre est pour ainsi dire illimité; il connaîtrait le maximum de son risque.

Ainsi, nous aurions contribué à l'établissement de la paix sociale qui fait aujourd'hui l'objet des études des législateurs et des philanthropes.

S. PÉRISSÉ,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Président de l'Association des Industriels de France
contre les accidents du Travail.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

MODIFICATIONS A LA LOI SUR LES SOCIÉTÉS
en vue de faciliter la participation aux bénéfices et de la compléter en ce qui concerne les Sociétés civiles.

Quelques députés qui se sont fait des questions économiques et sociales une spécialité, MM. G. Graux, Boudenoot, Méline et Jonnart viennent de déposer sur le bureau de la Chambre, une proposition de loi ayant pour objet de modifier les articles 1 et 27 de la loi du 24 juillet 1867 sur les *sociétés* et de faciliter la *participation aux bénéfices*.

Digitized by Google

Les auteurs de ce projet estiment que l'une des entraves à l'entente des patrons et des ouvriers se trouve dans l'article 1er de la loi du 24 juillet 1867 ainsi conçu : « Les sociétés en commandite ne peuvent diviser leur capital en actions ou coupons d'actions de moins de 100 francs, lorsque ce capital n'excède pas 200 000 francs, et de moins de 500 francs, lorsqu'il est supérieur. » La même règle s'applique aux sociétés anonymes en vertu de l'article 24 de la loi de 1867.

Le but du législateur de 1867 (qui a d'ailleurs reproduit une disposition antérieure de la loi du 23 juillet 1856) a été, en supprimant la liberté de fractionner indéfiniment le capital social, de protéger l'épargne de l'ouvrier et du modeste rentier contre les séductions de trop habiles spéculateurs. Il estimait que des coupures trop réduites ne seraient plus des actions, mais des billets de loterie.

Des catastrophes financières récentes ont prouvé que la petite épargne recherchait souvent les actions même de 500 francs, sur la foi de prospectus charlatanesques, et que la loi de 1867 n'avait pas conjuré le péril qu'elle devait écarter.

En revanche, cette loi est un obstacle au développement normal d'industries considérables et à la fusion d'intérêts restés en opposition ou même en lutte.

Il faudrait donc chercher le moyen de donner à tous les citoyens des chances égales de bénéfices dans toutes les opérations industrielles. On trouve bien par exception quelques porions, actionnaires d'importantes mines de charbon; mais ce sera toujours une exception tant que l'action vaudra plusieurs milliers de francs ou même s'élèvera à 500 francs.

Si, au contraire, l'action ou la coupure d'action valait 100 francs, il n'est pas un ouvrier mineur qui ne pourrait être porteur d'un titre : or, le jour où dans une société houillère qui emploie 1 500 ouvriers, il y en aura 1 200 qui seront actionnaires, on aura appliqué aussi largement que possible le principe de la participation aux bénéfices.

On élève contre ce système deux objections. Tout d'abord on dit qu'il est impossible de contraindre les Compagnies houillères, par exemple, à créer des coupons d'actions accessibles à leurs ouvriers. Mais l'intérêt des Compagnies n'est-il pas de modifier leurs statuts dans ce sens et de comprendre que l'actionnaire de la veille ne sera pas le gréviste du lendemain.

On dit encore qu'il est impossible de faire produire aux actes de sociétés un effet rétroactif et de faire participer les ouvriers aux bénéfices déjà réalisés par le capital. Sans doute, mais l'ouvrier saura qu'il participe à tous les bénéfices que l'avenir réserve aux anciens actionnaires.

En 1884, le Sénat avait voulu créer une catégorie nouvelle de sociétés pouvant avoir des actions ou coupons d'actions de 50 francs.

L'article 3 du projet de loi adopté par la Chambre haute le 23 novembre 1884 porte en effet :

« Art. 3. — Les sociétés anonymes ne peuvent diviser leur capital en actions ou coupons d'actions de moins de 50 francs, lorsque le capital n'excède pas 100 000 francs, de moins de 100 francs, lorsque le capital est supérieur à 100 000 francs et n'excède pas 200 000 francs, et de moins de 500 francs lorsqu'il est supérieur. »

En envoyant ce projet à la Chambre, le Gouvernement l'appuyait chaleureusement. L'exemple de l'Angleterre prouve, d'ailleurs, que la création ou le développement des grandes industries avec des capitaux divisés en fractions infimes est loin d'être une utopie. En effet, ce sont des actions de 50 francs possédées en partie par les ouvriers qui ont permis l'établissement des immenses filatures de Rottingham.

Enfin, on sait qu'aux termes de l'article 27 de la loi de 1867, les statuts des sociétés déterminent le nombre des actions nécessaires pour participer aux assemblées. Cet article reconnaît en même temps aux actionnaires le droit de se faire représenter par un mandataire. Pour assurer à l'actionnaire le plus infime le droit d'être représenté aux assemblées, on a inséré dans cet article un paragraphe qui donne aux actionnaires, même porteurs d'un seul titre, le droit de se syndiquer pour organiser leur représentation.

D'autre part, MM. Thellier de Poncheville, Dejardin-Verkinder et Le Gavrian viennent de présenter à la Chambre des députés une proposition de loi ayant pour objet de modifier et de compléter la loi du 24 juillet 1867 sur les Sociétés par actions, notamment en ce qui concerne les Sociétés civiles, proposition qui vient se greffer naturellement sur celle dont nous venons de parler.

Après avoir applaudi à l'idée qui a inspiré la proposition de MM. G. Graux, Boudenoot, Méline et Jonnart, de rendre accessible aux ouvriers la possession d'une partie du capital industriel dans les Sociétés houillères, afin qu'ils puissent entrer en participation des bénéfices, les trois auteurs de cette nouvelle proposition font remarquer que ce premier projet serait le plus souvent inefficace pour atteindre le but poursuivi, parce qu'il ne tient pas suffisamment compte de la situation juridique actuelle des Sociétés qu'il vise principalement.

Les Sociétés houillères, en effet, sont presque toutes, sinon toutes, placées hors de l'empire de la loi du 24 juillet 1867. Civiles par leur objet aux termes de la loi de 1810, elles ont, à de rares exceptions près, conservé la forme civile. En dépit des habitudes du langage courant, leur capital n'est pas divisé en actions, mais en parts; elles n'ont pas d'actionnaires, mais des associés responsables personnellement du passif, conformément à l'article 1863 du Code civil. Et quant à celles, en très petit nombre, qui ont revêtu la forme de l'anonymat ou de la commandite, on peut douter que les règles de la loi de 1867, faites pour les Sociétés commerciales, leur soient applicables.

Il est donc inutile, en ce qui concerne les Sociétés houillères, d'atténuer les prescriptions de l'article premier de cette loi. En réalité, la situation juridique de ces Sociétés civiles est mal définie. On a déjà réclamé, le 20 janvier 1890, pour les Sociétés civiles, soit existantes, soit à créer, la faculté de profiter des avantages de la loi de 1867 et de revêtir les formes de la commandite par actions ou de l'anonymat. Cette proposition est le corollaire indispensable de celle de M. G. Graux et de ses collègues.

Mais il faut prévoir le cas où des Sociétés civiles n'useront pas des facilités de transformation qu'on leur offre. Même, dans ce cas (si leur capital est divisé en parts et si elles ont des assemblées générales), il faut leur appliquer, comme aux Sociétés par actions proprement dites, les dispositions préconisées dans la nouvelle proposition de loi qui, s'ajoutant à celle dont nous venons de parler et qui a été présentée, il y a près de deux ans, complète en même temps celle de M. G. Graux et de ses collègues.

Il a paru utile de réunir ces dispositions en un seul texte sur lequel la Commission des Sociétés fera porter son examen. Plutôt que de supprimer la loi du 24 juillet 1867 sur la matière pour la refaire de toutes pièces, il est préférable d'en reviser seulement certains détails.

Voici donc, dans son ensemble, la proposition soumise à la Chambre et qui comprend, et la proposition de M. G. Graux et la proposition de M. Thellier de Poncheville et de leurs collègues.

Proposition de Loi (1)

Article premier. — *Le paragraphe premier de l'article premier de la loi du 24 juillet 1867 est modifié ainsi qu'il suit :*

« Les Sociétés en commandite ne peuvent diviser leur capital en actions ou coupons d'actions de moins de cinquante francs, quel que soit le chiffre de ce capital.

» Cette disposition est applicable aux sociétés civiles, dont le capital est divisé en parts, que ces parts soient ou non dénommées actions. »

Art. 2. — *Le paragraphe premier de l'article 27 de la même loi est modifié ainsi qu'il suit :*

« Il est tenu, chaque année au moins, une assemblée générale à l'époque fixée par les statuts. Les statuts déterminent le nombre d'actions qu'il est nécessaire de posséder pour être admis dans l'assemblée, et le nombre de voix appartenant à chaque actionnaire, eu égard au nombre d'actions dont il est porteur. Les actionnaires, même propriétaires d'une seule action ou d'un seul coupon d'action, peuvent se syndiquer pour se faire représenter par l'un d'eux aux assemblées à la seule condition de déposer leurs actions au siège social dans la quinzaine qui précède la réunion. »

Cette dernière disposition est applicable aux sociétés civiles dont le capital est divisé en parts représentées par des titres, que ces parts soient ou non dénommées actions, et dont les statuts prévoient des assemblées générales.

Art. 3. — Les dispositions suivantes sont ajoutées à la loi du 24 juillet 1867 :

Titre IV. — *Dispositions relatives aux sociétés civiles.* — Art. 68. — « Les sociétés civiles peuvent se constituer sous la forme de sociétés en commandite par actions ou de sociétés anonymes, avec les conséquences que ces formes entraînent, mais sans perdre leur caractère civil.

« Elles doivent, en ce cas, se conformer aux prescriptions de la loi du 24 juillet 1867, sous les mêmes sanctions civiles et pénales.

» Art. 69. — Les effets de l'article précédent s'appliquent aux sociétés déjà formées, qui se sont placées sous l'empire de la loi précitée du 24 juillet 1867.

» Art. 70. — Les sociétés civiles actuellement constituées sous une autre forme pourront, si leurs statuts ne s'y opposent pas, être transformées en sociétés en commandite par actions ou en sociétés anonymes par décision d'une assemblée générale spécialement convoquée à cet effet. Cette assemblée devra réunir les conditions exigées tant par l'acte social que par l'article 31 de la loi du 24 juillet 1867, pour les modifications aux statuts. »

G. Latouche.

CHEMINS DE FER

GARE A VOYAGEURS DE SAINT-LOUIS (MISSOURI)

Nous reproduisons ici, d'après l'*Engineering News* de New-York, les dessins et les plans qui ont remporté les deux premiers prix au concours ouvert pour la construction de la gare de voyageurs de l'Union Railroad à Saint-Louis. On pourra se rendre compte de ce fait curieux, que, tandis qu'en France et dans les autres pays d'Europe, la tendance des ingénieurs et des architectes est de créer une nouvelle architecture concordant avec les destinations des constructions, et en particulier d'emprunter largement les motifs de décoration aux ossatures métalliques avec remplissages en terre cuite ou en briques, l'idéal des architectes américains est, au contraire, de revenir aux traditions du passé, et particulièrement au style roman, ou du commencement de la Renaissance. Il y a là une sorte d'anachronisme assez singulier, d'autant plus que ces types, surtout le premier, se prêtent difficilement aux vastes dimensions et surtout aux conditions d'éclairage qu'exigent les grandes gares à voyageurs. Il y a lieu toutefois de penser, que la distribution intérieure n'a rien de commun avec la décoration extérieure, et qu'on y a tenu compte avant tout des exigences du confort moderne.

La gare actuelle, située au coin de la 12e rue et de la Popular Street, est depuis longtemps insuffisante, et la « Terminal Railroad Association », qui l'exploite ainsi que la ligne du fameux pont de

(1) Les parties imprimées en italique sont celles qui constituent la proposition de M. Graux et de ses collègues.

Digitized by Google

Saint-Louis et celles de Saint-Louis et de Saint-Louis-Est, a dû acquérir une surface de terrain considérable entre les 10e et 20e rues qui en forment les limites est et ouest, et Market Street et Clark Avenue qui la bornent respectivement au nord et au sud. La nouvelle gare se trouvera ainsi plus rapprochée du centre de la ville, et la direction nord-sud de la Halle des trains nécessitera une modification dans l'aménagement des voies principales, qui entrent dans Saint-Louis par l'est, et en sortent par l'ouest.

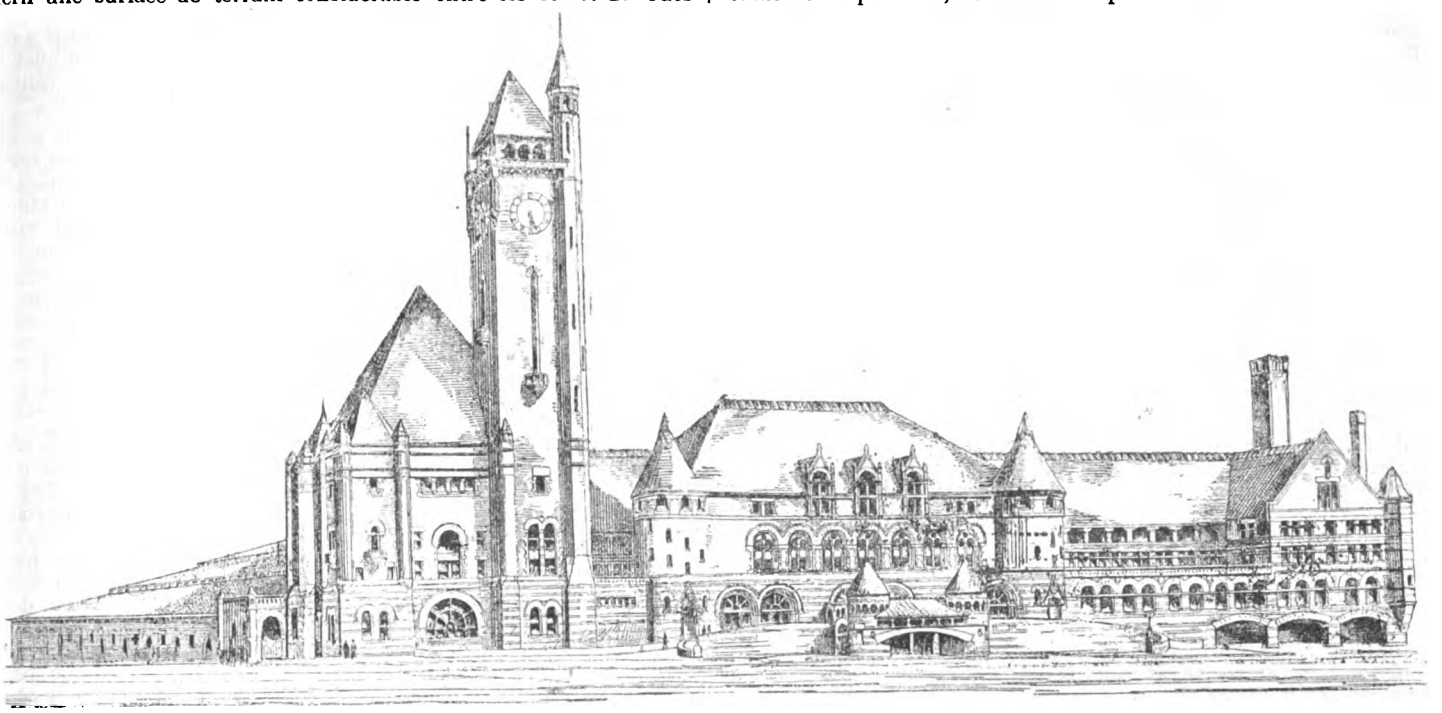


Fig. 1 et 2. — Gare à voyageurs de Saint-Louis (Missouri). Projet de MM. Linte et Cameron.

Le projet qui a reçu le premier prix pour la gare proprement dite, est celui de MM. Link et Cameron. Le style adopté pour la façade est le style roman. Elle sera construite en parements de granit gris du Missouri, formant revêtement sur le mur en briques jusqu'au second

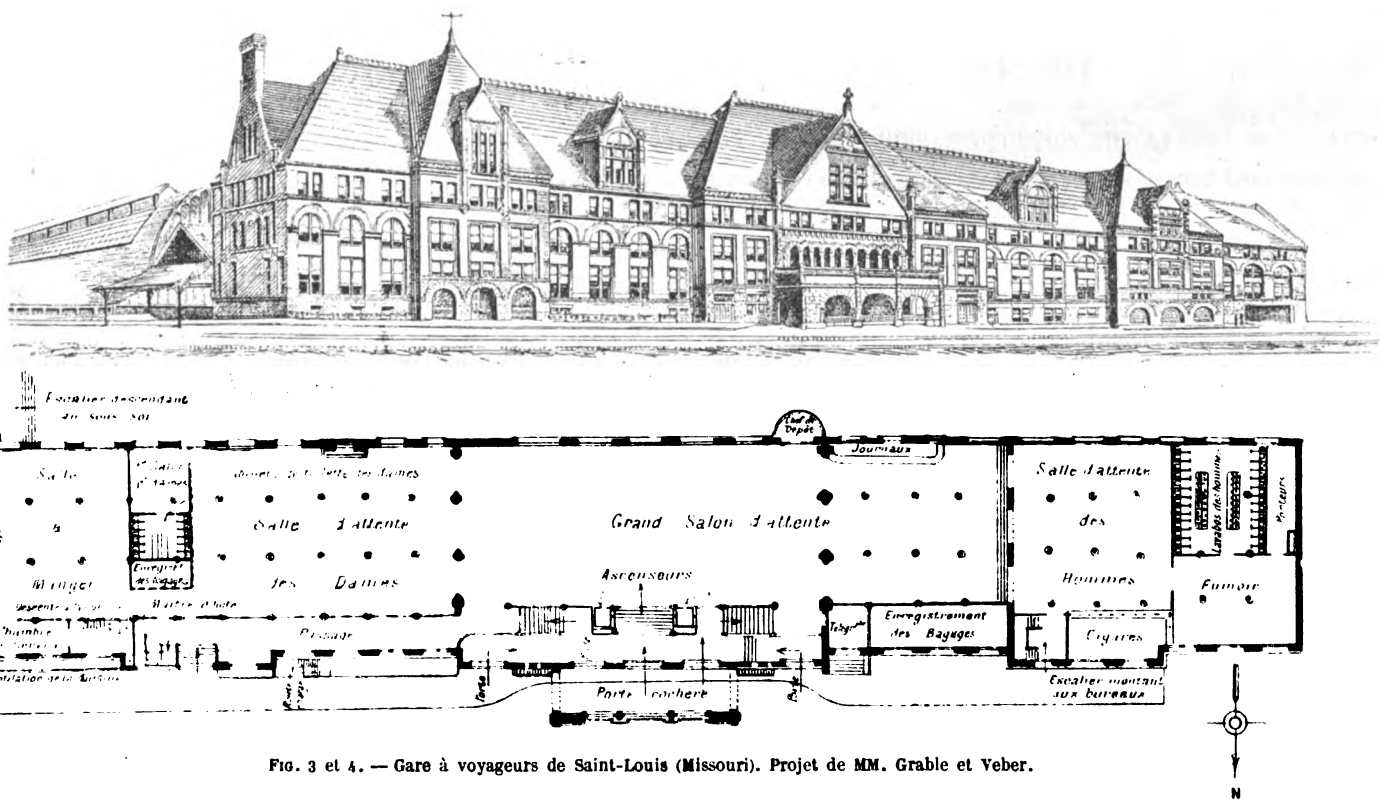


Fig. 3 et 4. — Gare à voyageurs de Saint-Louis (Missouri). Projet de MM. Grable et Veber.

Digitized by Google

étage ; au delà, on emploiera la brique et la pierre de taille. La tour aura 60 mètres de hauteur. Le bâtiment régnera sur une longueur de 136m 80, avec 24 mètres de largeur, et il comprendra deux étages destinés aux divers services.

Le premier étage, dont le plan est représenté dans la figure 2, prendra accès sur la rue par des rampes établies de chaque côté de la porte principale. Il contiendra un hall central de 1 000 mètres carrés de superficie, un grand salon pour hommes, un autre pour dames avec cabinets, une salle à manger de 450 mètres carrés, un fumoir, etc., etc. Le rez-de-chaussée est au niveau des voies; il contiendra le hall de départ, une salle d'attente pour émigrants, les bureaux du télégraphe et ceux de la distribution des billets, un restaurant, une boutique de coiffeur, les salles nécessaires pour le personnel de l'exploitation, et un emplacement pour les voitures. Le sol de ce dernier sera au niveau de la rue et à 1m 20 au-dessus des voies. On accédera au rez-de-chaussée par de larges escaliers disposés de chaque côté de l'entrée principale. La porte cochère est placée à l'extérieur des rampes qui donnent accès à l'étage principal. Les étages supérieurs seront affectés aux divers services, et contiendront chacun trente grandes salles. Deux ascenseurs hydrauliques établis près de chacune des portes spéciales qui conduisent à ces étages desservent le bâtiment. Le rez-de-chaussée sera élevé sur caves de 2m 50 de hauteur pour le protéger contre l'humidité.

Les matériaux employés pour la décoration des deux étages principaux doivent se suffire à eux-mêmes, et n'avoir pas besoin de peinture. Les murs du rez-de-chaussée porteront un revêtement en briques émaillées; les poutres du plafond seront apparentes, et les sols en marbre. Ceux des salles publiques se feront en mosaïque.

On a prévu une installation très complète pour le chauffage et la ventilation. Chaque pièce possédera un radiateur à circulation de vapeur; l'aération sera assurée par des ventilateurs soufflants qui refouleront l'air dans des carneaux pourvus de tamis pour arrêter les poussières, et d'effets d'eau en pluie mince pour éviter les inconvénients de l'air trop sec et chauffé. Les carneaux d'évacuation déboucheront sous le toit.

Enfin, la ventilation des water-closets se fera du dehors à l'intérieur, en prenant l'air dans les corridors. Les chaudières et les machines seront placées sous la plate-forme des voitures.

Le coût total de la construction est estimé à 4 millions de francs.

Comme nous l'avons dit plus haut, les voies principales actuelles entrent dans la ville par l'est et en sortent par l'ouest. La halle des trains devant avoir la direction nord-sud, il sera nécessaire d'apporter des modifications considérables aux installations existantes.

Les deux doubles voies convergeront vers la halle de manière à former un Y, dont le sommet se trouvera à l'extérieur de la surface couverte. De ce point partira un faisceau qui comprendra trente voies. Celles-ci seront groupées deux par deux à raison de sept de chaque côté du groupe central, et chaque groupe sera séparé du suivant par un quai de 6m 60 de large. L'écartement sera de 3m 60. Toutes les voies présenteront une légère rampe de 0,048 % régnant à partir de l'entrée en gare. Le faisceau aura une longueur totale de 580 mètres et chacune des voies pourra recevoir 296 wagons de 19m 50 de longueur entre tampons.

La halle des trains aura 181m 80 de largeur et 195 mètres de longueur, avec une série de couvertures portées par quatre rangs de colonnes.

G. R.

VARIÉTÉS

LA CHRONOPHOTOGRAPHIE

M. le colonel Laussedat, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers, a eu l'excellente idée, en attendant la création d'une chaire de photographie, d'organiser cette année une série de conférences sur la matière. La première de ces conférences a été faite le dimanche 29 novembre par M. Davanne, et elles se continueront tous les huit jours sans interruption jusqu'au mois d'avril.

Le sujet est vaste à explorer, les applications photographiques sont des plus variées et chaque branche de cette science et de ses applications devant être traitée par un spécialiste, nous aurons ainsi le cours le plus complet qu'on puisse faire.

Nous résumerons aujourd'hui l'intéressant sujet exposé le 6 décembre dernier par M. Demeny, chef du laboratoire de la station physiologique dont M. le professeur Marey est le directeur. M. Demeny s'est fort bien tiré de la tâche que lui avait déléguée son maître, M. Marey, et a fait comprendre, avec une grande clarté, à son nombreux auditoire la nécessité des études chronophotographiques qui s'appliquent à une foule de choses. Toutes les branches de la science doivent y avoir recours, et si c'est surtout au point de vue physiologique que travaille le laboratoire de Boulogne, les appareils qui y ont été imaginés et construits ont reçu de nombreuses applications dans les études de cinématique, de balistique, et sont susceptibles d'en recevoir encore bien d'autres.

La photographie est, en effet, un merveilleux moyen d'enregistrement des phénomènes que notre œil est impuissant à percevoir, puisqu'elle peut saisir des phases qui correspondent au $^1/_{5000}$ de seconde et plus; on a été jusqu'au $^1/_{25000}$.

Les appareils imaginés par M. Marey pour obtenir ces résultats sont de deux sortes. Dans les uns, les images sont imprimées sur une glace sensible les unes à côté des autres, se superposant presque dans certains cas où la vitesse est faible. Dans les autres, les images sont dissociées, inscrites très distinctement l'une à côté de l'autre sur une pellicule sensible qui se déroule.

Le premier genre d'appareils sert surtout à l'enregistrement d'un objet qui se déplace assez rapidement dans un plan parallèle à celui de la glace sensible. Dans ces conditions, on comprend en effet que la glace restant immobile, elle donnera de l'objet une image continue

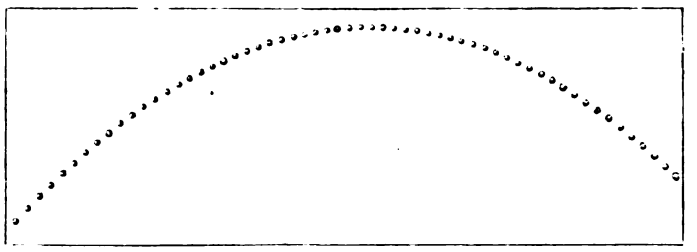


Fig. 1. — Bille lancée à la main.

qui occupera toute sa surface; cette image serait confuse si on n'employait pas un artifice pour pouvoir séparer entre elles les différentes phases du mouvement du sujet photographié. Cet artifice consiste : 1° à placer le sujet devant un fond absolument noir; 2° à interrompre l'introduction de la lumière dans l'appareil photographique à des intervalles égaux. Le fond noir est obtenu au moyen d'un hangar de 10 mètres de profondeur, dont les parois sont tendues en velours noir; il a 15 mètres de largeur, et c'est devant lui qu'on fait défiler les sujets peints ou revêtus de blanc. L'objectif photographique peut rester ouvert un certain temps devant ce fond noir sans que la plaque sensible soit impressionnée, puisqu'il n'émet pas ou presque pas de lumière. D'un autre côté, un disque obturateur percé de fentes diamétrales et tournant à une vitesse connue est placé derrière l'objectif; la lumière émise par le sujet blanc qui défile devant l'appareil ne peut donc impressionner la glace *qu'à des intervalles de temps connus*, chaque fois qu'une fente du disque passe en face de l'objectif.

C'est ainsi que M. Marey a étudié la marche de l'homme, du cheval, le vol des oiseaux, etc.

Pour la marche, il a employé un procédé qui permet d'obtenir des images simples des parties spécialement intéressantes. A cet effet, il habille en noir le sujet en expérience et place un bouton métallique à chaque articulation, il relie encore par un fil élastique brillant tous ces boutons entre eux et a ainsi, par le fait, un schéma des bras et des jambes. D'autres artifices peuvent être employés, tels que, par exemple, de petites lampes à incandescence fixées aux points principaux.

Dans le second genre d'appareils on a pour but, comme nous l'avons dit, de bien séparer chaque image de sa voisine. Ce procédé est indispensable notamment pour l'enregistrement de certains mouvements d'un sujet qui ne change pas de place : tel par exemple que les mouvements exécutés par un homme tournant une manivelle. Dans ce cas, le fond noir n'est plus indispensable, mais il faut que la pellicule sensible se déplace. A cet effet, on l'enroule sur un cylindre, et un mouvement d'horlogerie la fait défiler avec une vitesse connue, uniforme, et enrouler sur un autre cylindre; elle passe derrière l'objectif et, par un mécanisme spécial fort ingénieux, subit un instant d'arrêt juste au moment où l'une des fentes du disque dont nous avons

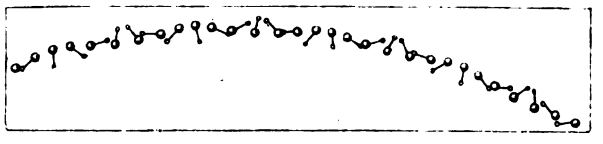


Fig. 2. — Sphères, d'inégal diamètre, reliées par un fil, lancées en tournoyant.

parlé laisse passer la lumière. A proprement parler, on change la plaque photographique chaque fois que l'objectif a été démasqué; mais ce changement se fait avec une rapidité énorme, car on peut faire jusqu'à 20 ou 30 épreuves à la seconde et le temps de pose nécessaire à chacune de ces épreuves peut n'être que $^1/_{2000}$ ou même $^1/_{25000}$ de seconde. C'est ainsi que M. Demeny a pu photographier la figure d'une personne qui parle et reproduire exactement les mouve-

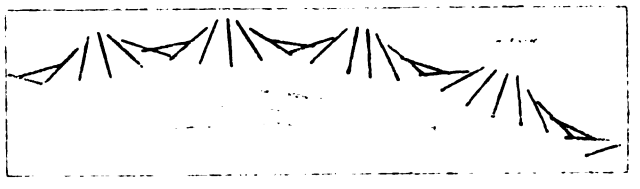


Fig. 3. — Bâton lancé en tournoyant.

ments des lèvres et de la langue, tous les jeux de physionomie pendant la phrase prononcée.

C'est au moyen de ces deux appareils chronographiques que M. Marey a fait ses très remarquables études sur le vol des oiseaux et des insectes. Il a montré que les mouvements exécutés par les ailes de ces animaux n'étaient pas du tout ceux qu'on s'était imaginé jusqu'à présent. Les renseignements ainsi recueillis sont fort précieux pour les personnes qui s'occupent d'aviation.

Dans l'étude des mouvements de l'homme, pendant la marche, la

Digitized by Google

course, le saut, la lutte, l'escrime, etc., on peut, en choisissant des sujets d'élite, se rendre compte des raisons qui font leur supériorité sur les autres et partir de là pour enseigner une méthode dont eux-mêmes souvent ne se rendent pas compte.

Des applications de l'appareil aux études physiques et mécaniques ne sont pas moins nombreuses et utiles.

Pour étudier la loi de la chute des corps dans l'air, par exemple, il peut remplacer la machine d'Atwood et l'appareil Morin : une balle qui tombe d'une hauteur connue sera photographiée un très grand nombre de fois pendant sa chute, et l'espace entre les images permettra de déterminer à chaque instant l'accélération qu'elle a acquise après un temps déterminé. De même pour un système de deux sphères d'inégal diamètre reliées entre elles par un fil et lancées en tournoyant d'un point à un autre, on enregistrera à des intervalles de temps très courts leur position exacte dans l'espace, et on pourra se rendre compte du chemin parcouru par le centre de gravité du système. En balistique, l'appareil a été employé pour suivre le trajet du projectile. Le mécanicien peut l'utiliser pour étudier comment se comporte un organe de machine pendant la marche. Qu'une bielle de machine à vapeur soit soupçonnée de subir des flexions, on peut, en y plaçant trois ou quatre points brillants, la chronophotographier, et on constatera sur le cliché si tous les points sont restés en ligne droite, et, dans le cas contraire, à quel moment précis il y a eu flexion.

On voit, par ces quelques exemples, que les procédés d'analyse imaginés par M. Marey peuvent rendre de grands services dans l'industrie et qu'ils intéressent tout particulièrement l'Ingénieur.

G. Mareschal.

JURISPRUDENCE

CHRONIQUE DE JURISPRUDENCE

I. — *Assurance contre les accidents. — Déclaration par écrit. — Déclaration verbale. — Police. — Indemnité.*

II. — *Locations sans écrit. — Preuve du contrat. — Denier à Dieu. — Usage de Paris.*

III. — *Marque de fabrique. — Propriété industrielle. — Imitation. — Bonne foi. — Responsabilité.*

I. — Arrêt rendu par la Chambre civile de la Cour de Cassation, le 21 octobre dernier, cassant un jugement du tribunal de Marseille :

Attendu, d'une part, qu'il résulte des constatations du jugement attaqué, que le sieur Martin, entrepreneur de transports, a souscrit à la Compagnie *La Foncière* une police d'assurances contre les accidents, dont l'art. 17, § 1er, porte que, sauf le cas de force majeure, l'assuré ou ses ayants-droit devront aviser la Compagnie dans les quarante-huit heures au plus tard de tout accident pouvant engager sa responsabilité et, § 2, que, dans les dix jours au plus tard, et sous peine de déchéance, les détails circonstanciés et précis concernant l'accident devront être fournis par écrit, avec mention des noms et domicile des témoins et de l'autorité qui a pu intervenir, le tout accompagné d'un certificat du médecin appelé à donner les premiers soins, relatant les causes de l'accident et ses conséquences probables ;

Attendu, d'autre part, qu'il résulte dudit jugement, qu'un accident, étant survenu à Martin, le 11 juin 1889, celui-ci s'est présenté quelques minutes après dans les bureaux de la Compagnie *La Foncière*, où il a fait le récit circonstancié de l'accident dont il venait d'être victime ;

Attendu qu'en cet état des faits constatés, le Tribunal de Marseille, sans méconnaître que Martin avait omis de fournir, par écrit, à la Compagnie les renseignements exigés à peine de déchéance, par le § 2 de l'art. 17 susénoncé, non plus que le certificat de médecin prescrit par ce paragraphe, a cependant condamné la Compagnie *La Foncière*, qui excipait de cette cause de déchéance, à payer audit Martin la somme de 180 francs pour indemnité, en basant cette décision sur ce que l'obligation imposée par le § 2 de l'art. 17 de la police, n'existe pas pour le cas où, conformément au § 1er dudit article, l'assuré a fait à la Compagnie une déclaration de l'accident au moment où il venait de se produire ;

Mais attendu qu'en statuant ainsi, le jugement attaqué a, par une distinction que n'autorisaient pas les prescriptions claires et formelles de l'article 17 de la police, indûment exonéré Martin de l'une des deux obligations qu'il lui incombait de remplir envers la Compagnie *La Foncière*, aux termes dudit article, qui faisait la loi des parties ; en quoi le Tribunal a violé l'article de loi invoqué par le pourvoi ;

Par ces motifs,

casse.

Lors donc qu'une police d'assurance dispose en termes précis qu'en cas d'accident l'assuré devra aviser la Compagnie dans un délai déterminé, et que les détails de l'accident devront être donnés *par écrit* à peine de déchéance, que de plus les témoins devront être mentionnés, le tribunal ne peut relever l'assuré de ces obligations précises sous prétexte qu'il a fait *verbalement* ses diverses déclarations au bureau de la Compagnie quand l'accident s'est produit.

II. Jugement de la justice de paix du VIIe arrondissement de Paris, en date du 9 octobre dernier :

Nous, juge de paix, après avoir entendu la demoiselle Mulet en ses moyens et conclusions, jugeant en dernier ressort; donnons défaut contre Mayard non comparant quoique régulièrement cité et pour le profit :

Attendu que la demoiselle Mulet réclame à Mayard 50 francs à titre de dommages et intérêts pour réparation du préjudice que celui-ci lui avait causé en se refusant à laisser prendre possession par ladite demoiselle Mulet, pour le 8 octobre courant, d'un logement que Mayard lui aurait loué dans sa maison, à Paris, avenue de Ségur, 67.

Attendu qu'il paraît établi, d'après les explications de la demoiselle Mulet, que le 15 septembre dernier, il a été convenu entre la demoiselle Mulet et le sieur Mayard, que celui-ci lui louait moyennant un loyer annuel de 160 francs un logement pour entrer en possession le 8 octobre suivant;

Attendu qu'aussitôt après l'accord intervenu entre les parties, la demoiselle Mulet a remis à Mayard trois francs à titre de « denier à Dieu » ;

Attendu que le 15 septembre dernier, Mayard est venu chez la demoiselle Mulet et lui a offert de lui remettre les trois francs du « denier à Dieu » qu'il avait reçus;

Attendu que la demoiselle Mulet a refusé de les recevoir ;

Attendu que, néanmoins, Mayard a disposé, pour un autre locataire, du local qu'il avait loué à la demoiselle Mulet, qui ainsi s'est trouvée empêchée d'y entrer;

Attendu que la demoiselle Mulet a été obligée de continuer à habiter dans un hôtel meublé et de placer les meubles qu'elle avait achetés, dans un local loué par elle à cet effet;

Attendu qu'il en est résulté pour la demoiselle Mulet, un préjudice dont elle demande la réparation,

Attendu que l'usage est, à Paris, lorsqu'on trouve un local à sa convenance et qu'on l'arrête, de remettre au concierge une modique somme qui a été dénommée « denier à Dieu » ;

Attendu qu'au moyen de cette remise, lorsque aucun engagement de location par écrit n'a eu lieu, chacune des parties a la faculté de se dédire de la location, le propriétaire en rendant et le locataire en retirant le denier à Dieu, dans la journée du lendemain;

Attendu que Mayard, qui avait reçu le denier à Dieu, se trouvait vis-à-vis de la demoiselle Mulet, dans la même situation de droit, que si cette remise avait été faite à son concierge et que son offre de remettre le denier à Dieu, dix jours après la location arrêtée, ne pouvait lui permettre de s'en dédire;

Attendu qu'il est tenu de réparer le préjudice éprouvé par la demoiselle Mulet;

Condamnons Mayard à payer à la demoiselle Mulet 25 francs à titre de dommages-intérêts, et condamnons Mayard aux dépens.

La jurisprudence des Juges de Paix de Paris se fixe définitivement dans le sens de ce jugement. A défaut d'un bail par écrit, la remise du denier à Dieu par le locataire, acceptée par le bailleur ou son concierge fondé de pouvoir, gérant d'affaires, constitue la preuve formelle de la location. Il est admis également que chacune des parties peut se dédire, le bailleur en rendant le denier à Dieu et le preneur en le retirant, mais pas après le lendemain de la convention, qui est le dernier jour où elle peut ainsi être anéantie.

III. — Arrêt de la Cour de Rennes, du 1er juillet 1891 :

Attendu que les sieurs Lefèvre et Lefièvre ayant expressément reconnu devant les premiers juges que la marque de fabrique « Mascotte « déposée le 23 juin 1882, au greffe du Tribunal de commerce de la Seine, par la manufacture parisienne des biscuits Olibet, est la propriété exclusive de cette Société, il n'y a lieu de rechercher si ladite marque était tombée dans le domaine public, lorsqu'en 1888 les prévenus en ont fait usage ;

Attendu que le fait, non dénié par les intimés, d'avoir apposé sur des biscuits de leur fabrication au moyen de formes ou d'imprimés qu'eux-mêmes ont établis, et non en se servant des formes ou des imprimés établis par la Société appelante, la marque de fabrique « Mascotte », constitue le délit de contrefaçon prévu par le § 1er de l'art. 7 de la loi du 23 juin 1857 ;

Attendu que cette disposition de loi est applicable non seulement aux personnes qui contrefont sciemment, dans une intention frauduleuse, les marques appartenant à autrui, mais encore aux personnes qui ont l'imprudence de ne point s'assurer avant de se servir d'une marque de fabrique que celle-ci n'est pas la propriété d'un autre commerçant ou industriel; que, légalement parlant, le fait d'avoir commis l'imprudence dont s'agit est exclusif de la bonne foi et engage la responsabilité de son auteur ;

Attendu que l'imprudence des prévenus est démontrée par la reconnaissance du droit de propriété qu'ils ont été contraints de passer après avoir eu connaissance du dépôt effectué le 23 juin 1882 par la Société appelante ;

Attendu qu'il n'est point justifié que le préjudice par eux causé ait été considérable, et que la Cour possède à cet égard des éléments d'appréciation suffisants ;

Par ces motifs :

Faisant droit à l'appel régulièrement interjeté par la manufacture parisienne des biscuits Olibet;

Et réformant : déclare Lefèvre et Lefièvre coupables d'avoir, à Nantes, en 1891, contrefait la marque de fabrique « Mascotte », laquelle est la propriété exclusive de la manufacture parisienne des biscuits Olibet, délit prévu par l'art. 7, § 1er de la loi du 23 juin 1857 ;

Les condamne à payer aux appelants, à titre de dommages-intérêts, la somme de 25 francs ;

Dit qu'il n'y a pas lieu d'ordonner l'affichage du présent arrêt ; condamne les intimés à tous les dépens.

La loi du 23 juin 1857, art. 7, § 1er, atteint non seulement ceux qui contrefont en parfaite connaissance de cause et frauduleusement des marques appartenant à un autre, mais encore les gens de bonne fois qui usent d'une marque sans avoir préalablement vérifié qu'elle n'appartenait à personne. L'usage de la marque d'un commerçant ou industriel par un autre, au moyen de formes ou d'imprimés que cet autre a d'ailleurs personnellement établis, est une contrefaçon.

Cunisset-Carnot.

NÉCROLOGIE

HENRI DE LA POMMERAYE

Un nouveau deuil vient de frapper l'Association polytechnique, déjà si cruellement attristée par la mort de son président, M. Alphand.

M. Henri de Lapommeraye, qui avait longtemps occupé les mêmes fonctions et avait ensuite été nommé Président d'honneur de cette grande Société d'Instruction populaire, est mort à Paris, le 25 décembre, à l'âge de 52 ans, et ses funérailles ont été célébrées le 27, en l'église Saint-Sulpice, au milieu d'une affluence considérable.

Nous n'avons pas à apprécier ici le rôle important joué par Henri de Lapommeraye dans le mouvement littéraire de ce temps; rappelons seulement qu'il avait conquis par son érudition, la finesse de

Digitized by Google

ses jugements et son éloquence, une situation considérable comme critique dramatique et conférencier. En même temps, travailleur infatigable, il faisait, depuis la reconstitution du Sénat, partie des secrétaires-rédacteurs de la Haute Chambre, et il occupait au Conservatoire de musique et de déclamation la chaire d'histoire et de littérature dramatiques. Mais, comme l'un des membres les plus anciens et les plus dévoués d'une Société d'Instruction populaire qui poursuit avec ardeur et succès l'organisation de l'enseignement professionnel, Henri de Lapommeraye mérite en particulier un souvenir affectueux de la part du *Génie Civil*. Tous ceux qui auront connu l'homme s'associeront à nos regrets, car aussi bien parmi ses justiciables que parmi ses confrères de la presse et ses collègues du professorat libre, il ne comptait, grâce à la bonté de son cœur et à la droiture de son caractère, que des amis sincères.

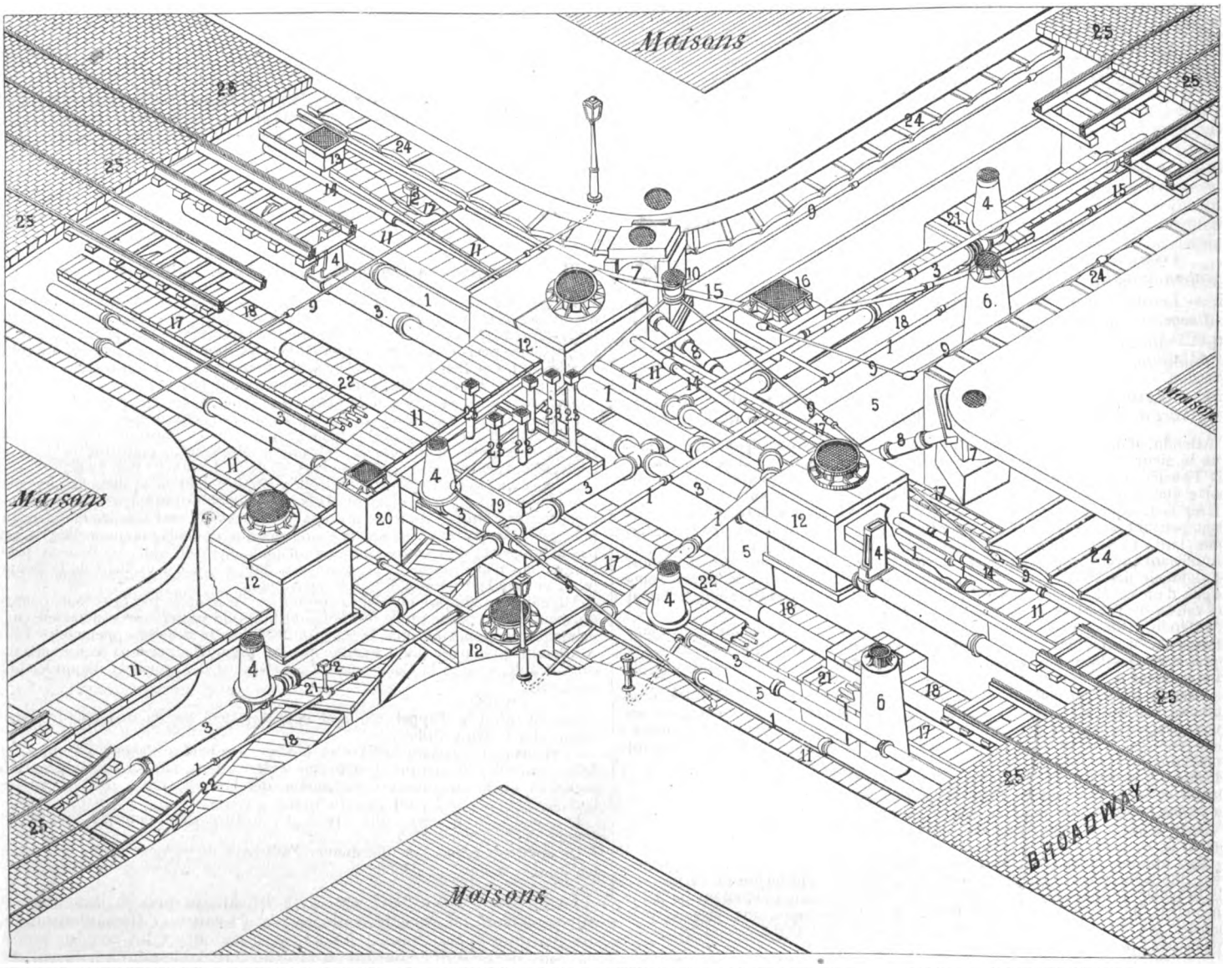
L'inhumation a eu lieu au cimetière du Père-Lachaise, où des discours ont été prononcés par MM. Toudouze, au nom de la Société des Gens de Lettres ; Réty, au nom du Conservatoire ; Pessard, au nom du Cercle de la critique dramatique ; Ranc, au nom de l'Association des Journalistes républicains, et G. Richou, au nom de l'Association polytechnique.

INFORMATIONS

Encombrement du sous-sol des rues de New-York.

Nous avons récemment reproduit (1), d'après les journaux américains, un dessin donnant une idée de l'inextricable enchevêtrement qui existait déjà en 1882 dans le sous-sol des rues de New-York : il s'agissait d'un relevé fait à l'intersection de Broad street et de Wall street. M. Gilroy, directeur des travaux publics de la Ville, vient de faire exécuter le dessin ci-joint, que nous trouvons dans l'*Engineering News*, et qui montre l'état du sous-sol au point de croisement de la grande artère de Broadway avec la Fulton street. Comme le dit notre confrère américain, M. Gilroy ne pouvait donner de meilleure preuve de l'urgente nécessité de remédier à un état de choses aussi défectueux; et l'on comprend, avec lui, que le directeur des travaux se refuse à autoriser la pose de nouvelles conduites de toute nature, tant qu'on n'aura pas pris un parti radical pour le faire disparaître.

Il est évident que la solution à intervenir ne peut consister que dans la construction d'un tunnel dans lequel on réunira tous les appareils placés souterrainement, et où les visites et les réparations seront faciles pour chacun d'eux sans interrompre la circulation des voies supérieures. Cela permettrait également à l'Administration de surveiller d'une manière efficace la pose des conduites. Mais on paraît s'inquiéter des encombrements que nécessiterait l'exécution d'un pareil ouvrage dans des voies aussi chargées, et du coût de premier établissement.



LÉGENDE : 1 Conduites de gaz; — 2 Robinets d'arrêt de gaz; — 3 Conduites d'eau; — 4 Robinets d'arrêt des conduites d'eau; — 5 Egouts; — 6 Regards d'égouts; — 7 Bassins collecteurs; — 8 Tuyaux des bassins collecteurs; — 9 Conduites Edison; — 10 Trou d'homme des conduites Edison; — 11 Tunnels pour fils électriques; — 12 Chambres des tunnels pour fils électriques; — 13 Boîte de service des tunnels pour fils électriques; — 14 Conduite d'air des tunnels pour fils électriques; — 15 Conduite de la Compagnie du Commercial câble; — 16 Regard de la Compagnie du Commercial câble; — 17 Tubes pneumatiques; — 18 Conduites d'une compagnie de distribution de vapeur; — 19 Chambre d'inspection d'une Compagnie de distribution de vapeur; — 20 Regard d'une Compagnie de distribution de vapeur; — 21 Regard pour les joints de dilatation d'une Compagnie de distribution de vapeur; — 22 Conduites de retour d'une Compagnie de distribution de vapeur; — 23 Robinets et boîtes de service d'une Compagnie de distribution de vapeur; — 24 Caves; — 25 Voie de tramway.

FIG. 1. — Conduites, tuyaux, regards, égouts, etc., placés dans le sous-sol à la rencontre de Broadway et de Fulton street à New-York.

Vitesses américaines.

La Compagnie du New-York Central vient d'accomplir, d'après le *Times*, un tour de force de vitesse tel qu'il n'en a peut-être jamais été réalisé.

Un train, composé d'une locomotive pesant cent tonnes et de trois voitures pesant ensemble cent trente tonnes, dans lesquelles se trouvaient M. Webb, le Vice-Président, et quelques-uns de ses amis, a parcouru la distance qui sépare New-York de East-Buffalo, à savoir 703 kilomètres, en 440 minutes. Si l'on en retranche 15 minutes prises par les divers arrêts, on verra que le train a maintenu pendant sept heures une vitesse moyenne d'un peu plus de 10 kilomètres à l'heure.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 12, p. 88.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 novembre 1891.

Physique. — *Sur une application de la photographie au polarimètre à pénombre.* Note de MM. CHAUVIN et Charles FABRE, présentée par M. Mascart.

A la suite de recherches effectuées par l'un des auteurs de cette note, suivant la méthode du polarimètre à pénombre, ils ont été amenés à substituer la photographie à la visée directe, très fatigante au bout d'un certain temps.

Dans cet ordre d'idées, et pour comparer les deux manières d'opérer, la lumière jaune monochromatique s'imposait. On sait, du reste, fabriquer aujourd'hui des plaques isochromatiques sensibles; mais la méthode de polarimètre à pénombre, qui compare deux demi-plages d'intensités différentes avec passage par l'égalité, exige des conditions particulières de sensibilité photographique pour conduire à une précision suffisante.

Les expériences ont été faites avec le polarimètre de M. Laurent modifié en bien des points. L'éclaireur est constitué par un système convergent destiné à amener l'image de la flamme sur le petit diaphragme qui précède le polarisateur. La rotation de ce dernier est mesurée au moyen d'un index mobile sur un cercle divisé, ce qui permet de connaître, pour chacune de ses positions, l'angle qu'il fait avec l'axe de la lame demi-onde fixée en avant. La lunette de Galilée est supprimée à l'analyseur.

Après avoir essayé la flamme d'alcool salé, les auteurs ont dû recourir à la flamme du chalumeau à gaz oxhydrique projetée sur du sel fondu.

L'appareil photographique est placé en avant du polarimètre. Il est mobile entre deux rails, afin de pouvoir être déplacé à volonté et ramené toujours dans la même position.

Les auteurs développent dans cette note toutes les précautions à prendre dans l'emploi de cette nouvelle méthode, et montrent qu'on peut arriver à un temps de pose très réduit, 10 secondes pour un angle de 24 degrés, qui ne donnerait à l'œil qu'une sensibilité très insuffisante.

Chimie. — 1° *Action de la lumière sur le peroxyde de ruthénium.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Troost.

M. Joly rappelle qu'avec M. Debray, ils avaient constaté que des tubes scellés renfermant du peroxyde de ruthénium, lorsqu'ils n'étaient pas maintenus dans l'obscurité complète, prenaient une teinte mordorée et un éclat métallique qu'ils attribuaient à une légère attaque du verre.

M. Joly a pu s'assurer, en exposant soit à la lumière diffuse, soit à la lumière solaire directe, des tubes conservés depuis trois ans dans l'obscurité la plus complète, et qui étaient demeurés sans altération, que la lumière seule joue un rôle dans le phénomène. Lentement à la lumière diffuse, très rapidement à la lumière solaire directe, les parois des tubes se recouvrent d'un léger voile d'un brun clair.

En comparant les propriétés du résidu ainsi formé à celles des autres composés oxygénés du ruthénium qu'il avait décrit avec M. Debray, M. Joly est conduit à admettre que le produit de réduction du peroxyde est le trioxyde de ruthénium RuO^3.

2° *Sur quelques combinaisons salines des composés oxygénés du ruthénium inférieurs aux acides ruthénique et heptaruthénique.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Troost.

Dans un travail très étendu sur les composés oxygénés du ruthénium, entrepris par MM. Debray et Joly, ils avaient mis en évidence, par l'étude des ruthénates et heptaruthénates alcalins et alcalino-terreux et par l'exposé des circonstances physiques dans lesquelles ces sels se transforment, l'analogie étroite qui existe entre le ruthénium et le manganèse, et qui fait du ruthénate de potasse un nouveau caméléon minéral.

M. Joly signale à l'appui de ce dire une série d'expériences.

3° *Sur les sels iodoazotés et bromoazotés du platine.* Note de M. M. VÈZES, présentée par M. Troost.

4° *De la coloration des solutions de cobalt et de l'état des sels dans les solutions.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. Henri Moissan.

On a beaucoup discuté sur l'état des sels dans les solutions: les changements de coloration que présentent, en particulier, les dérivés cobaltiques dissous, ont été invoqués très souvent pour appuyer des théories diverses, de sorte que la question est encore pendante. Il est remarquable, alors qu'il s'agit d'un point relatif aux solutions, qu'on n'ait pas encore déterminé avec soin la ligne de solubilité des sels dont la coloration était en cause. L'étude simultanée de cette ligne et des variations de couleur peut seule donner des résultats probants.

C'est ce raisonnement qui a poussé l'auteur à étudier l'iodure et le chlorure de cobalt au point de vue de la teneur en sel anhydre de ces solutions. Puis ayant tracé la courbe de solubilité, il s'en sert pour déterminer les raisons qui président aux changements de couleur obtenus dans ces solutions.

5° *La soie nitrée.* Note de MM. Léo VIGNON, et P. SISLEY.

On sait que la soie doit être classée, au point de vue de la constitution chimique, parmi les substances albuminoïdes et que, traitée à chaud par l'acide sulfurique étendu, elle donne, parmi ses produits de décomposition, de la leucine et de la tyrosine. La première est un corps inactif par compensation, dédoublable par l'action du *Penicillum glaucum* en leucine agissant sur la lumière polarisée, tandis que la seconde, la tyrosine, est active et lévogyre.

Ces faits étant donnés, les auteurs de cette note se sont proposé de rechercher si la soie n'agissait pas elle-même sur la lumière polarisée, problème dont la solution présentait d'assez grandes difficultés, d'une part, en raison de ce que les dissolvants de la soie sont peu nombreux et, d'autre part, parce que les solutions qu'elle fournit sont louches, opalescentes, difficilement observables au polarimètre. Cependant, après un certain nombre de tâtonnements, ils sont arrivés à étudier l'action, sur la lumière polarisée, des deux éléments principaux contenus dans la soie de *Bombyx mori*, le grès et la fibroïne, et à constater que les dissolutions de ces deux éléments, le grès dans la soude, la fibroïne dans l'acide chlorhydrique, exerçaient une action considérable sur la lumière polarisée. Enfin, en reportant les valeurs des déviations obtenues pour les dissolutions, il a été trouvé que le grès et la fibroïne étaient tous deux fortement lévogyres, et que leur pouvoir rotatoire était très voisin de — 40 degrés.

Électricité. — *Sur le pouvoir diélectrique.* Note de M. Julien LEFEBVRE, présentée par M. Lippmann.

M. Lefebvre s'est proposé d'examiner comment le champ électrique dû à un seul point électrisé se trouve modifié par l'interposition, devant ce point, d'une lame isolante à face parallèle. L'auteur s'est servi de lames de soufre, de paraffine blanche et brune, d'ébonite et de glace de Saint-Gobain, puis d'une cuve contenant successivement du pétrole, de l'essence de térébenthine et du sulfure de carbone.

Dans la plupart des mesures qu'il a opérées, ses résultats sont suffisamment d'accord avec ceux de M. Gordon; il a constaté aussi que la constante diélectrique augmente avec le temps pour le soufre.

L'auteur a aussi étudié expérimentalement le cas où l'on interpose, devant le point électrisé, une lentille plan-convexe ou plan-concave. Les résultats sont à peu près les mêmes qu'avec une lame plane.

Mathématiques. — *Sur les équations différentielles linéaires.* Note de M. André MARKOFF, présentée par M. Hermite.

Astronomie. — *Sur les variations séculaires des excentricités et des inclinaisons.* Note de M. J. PERCHOT, présentée par M. Poincarré.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE
des Électriciens.

Séance du 2 décembre 1891.

Sur les moteurs à champ tournant. — Afin de se rendre compte des différents phénomènes qui se produisent dans un moteur à champ tournant, M. Rechnewski préconise une méthode qui consiste simplement à considérer les moteurs comme des machines à courants alternatifs.

En effet, l'induit d'un moteur à champ tournant possède un certain nombre de circuits fermés dans lesquels la rotation du champ détermine des courants induits; la réaction de ceux-ci sur les pôles mobiles des inducteurs produit le couple moteur. On conçoit dès lors que les choses se passent exactement comme si les pôles de l'inducteur étaient fixes et que l'induit fût animé d'une vitesse égale à la différence des vitesses du champ tournant et de l'induit.

D'après l'auteur, cette assimilation des phénomènes peu connus du moteur à champ tournant à ceux que l'on connaît dans les machines alternatives permettrait de discuter utilement la meilleure manière de disposer le circuit de l'induit lorsqu'il s'agit d'obtenir d'un courant déterminé le maximum d'effet utile.

Le matériel électrique dans les mines. — C'est la partie la plus importante de ce sujet que M. E. Saladin développe devant la Société, celle qui a pour objet l'utilisation de l'électricité comme force motrice dans le travail des mines; il ne fait que mentionner les signaux et le tirage électrique des mines, le triage magnétique des minerais et l'éclairage électrique des travaux souterrains.

Après avoir exposé les diverses opérations que nécessite l'extraction du minerai, M. Saladin a comparé les résultats que donnent les différentes machines actionnées par les principaux moyens utilisés pour le transport de l'énergie : vapeur, air comprimé, électricité. Dans les mines d'un développement moyen, à 1 500 ou 2000 mètres de profondeur, là où il n'y a pas d'inconvénient à employer des machines électriques, l'organisation du transport de l'énergie par l'électricité coûte à peu près deux fois moins cher d'établissement et donne un rendement deux fois plus élevé que par l'air comprimé. L'économie réalisée de ce chef permettrait donc d'accroître de 50 % les dépenses annuelles consacrées à l'aérage, sans augmenter le prix de revient.

Il est à propos de remarquer que l'objection contre l'emploi de l'électricité par crainte du danger d'inflammation du grisou par les étincelles des machines n'a aucune valeur à l'égard des mines métallurgiques ou des charbonnages non grisouteux; il faut retenir aussi que cette objection va tomber même pour les milieux grisouteux par la mise en service des moteurs à courants polyphasés, lesquels ne comportant pas de collecteurs, ne pourront occasionner, en marche, d'étincelles permanentes ou accidentelles.

D'ailleurs, on sait établir aujourd'hui des canalisations électriques offrant toute sécurité.

La ventilation par moteurs électriques, pour une même dépense de charbon brûlé au jour, fournit un aérage bien supérieur à celui que donnent les moteurs à air comprimé.

Parmi les appareils de sondage, un des plus heureusement appliqués depuis une dizaine d'années est la perforatrice à diamant Taverdon. Cet outil, adapté directement à un moteur électrique, avance de 12 à 15 centimètres par minute, suivant la nature de la roche. Aux États-Unis, les appareils de sondage à diamant sont disposés pour travailler sous tous les angles avec l'horizon; la machine Sullivan perce des trous de 37 millimètres de diamètre et de 160 mètres de longueur dans le quartz et le jaspe dur.

Les haveuses électriques procurent des avantages non moins appréciés.

Parmi les treuils d'extraction mus par l'électricité, qui sont encore plus nombreux que les appareils d'abatage, il convient de citer notamment les installations faites par la maison Gramme et la Société Edison.

Les locomotives électriques pour le remorquage du minerai dans les galeries, rendent aussi de précieux services. L'une des plus remarquables, réalisée par M. Picou, a été construite pour traîner 25 berlines de 700 kilogr. chacune, à une vitesse de 8 kilomètres à l'heure, en palier, sur une voie de 60 centimètres.

Enfin pour l'épuisement des chantiers peu profonds, la pompe centrifuge directement calée sur l'arbre d'un moteur électrique et dont le mouvement est limité à une seule pièce, fournit pour ce cas particulier une solution aussi simple qu'élégante.

ALSA.

SOCIÉTÉ CENTRALE
des Architectes français.

Le Bureau et le Conseil de la Société centrale des Architectes français pour l'année 1892 sont ainsi composés :

Président : M. DAUMET, membre de l'Institut;
Vice-Présidents : MM. Ach. HERMANT, J. GUADET;
Secrétaires : MM. Ed. LOVIOT, ROUX, BOILEAU;
Archiviste : M. HERET;

Digitized by Google

Trésorier : M. BARTAUMIEUX;
Censeurs : MM. Edm. DE JOLY, Alfred NORMAND, membre de l'Institut; Paul SÉDILLE;
Conseillers d'honneur : MM. BAILLY, Charles GARNIER, membres de l'Institut;
Délégués au Conseil : MM. ROUSSI, RAULIN, Gaston HÉNARD, Lucien ETIENNE, JULIEN, Frantz JOURDAIN, ROZET, Paul WALLON, ALDROPHE, Ch.-A. GAUTHIER; MM. POUPINEL, Alfred LECLERC, ULMANN, DELAIRE, LALOUX, DESLIGNIÈRES, MOYAUX, DEMÉNIEUX, PERGOD, DUCHATELET.

SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

Séances de novembre 1891.

Dessèchement des marais en France. — Pour la séance de rentrée de la Société, nous avons surtout des présentations de livres et de cartes, parmi lesquels nous relèverons seulement ce qui peut intéresser les lecteurs spéciaux auxquels nous nous adressons.

Le secrétaire général, M. Maunoir, appelle l'attention de ses collègues sur l'ouvrage du comte de Dieune, relatif à l'*Histoire du dessèchement des lacs et des marais en France avant 1789*. Si la terre, comme on dit, commande à l'homme, l'homme, à son tour, modifie les conditions du milieu dans lequel il est appelé à vivre. Bien des livres ont été écrits pour montrer sur quels points et dans quelle mesure s'opère cette réaction. L'ouvrage du comte de Dieune est une nouvelle contribution à l'étude des modifications que l'homme fait subir à la terre. L'auteur passe en revue ce qui a été fait antérieurement à la Révolution, pour diminuer en France le nombre des régions noyées sous des marais et sous des lacs. Abondamment et solidement documenté, le livre se termine par un examen des travaux de dessèchement exécutés dans les pays étrangers, anciennement et de nos jours.

Cartographie. — Si le livre précédent a surtout un intérêt rétrospectif (mais il nous a semblé qu'il n'était pas inutile d'en donner connaissance ici), la publication suivante a le mérite de l'actualité. On sait combien les atlas, même les plus récents, vieillissent vite. C'est pour parer à cet inconvénient que M. F. Schrader, le directeur des travaux cartographiques de la maison Hachette, a publié à cette librairie, qui se distingue par le grand nombre et la qualité de ses ouvrages de géographie, le premier fascicule d'une collection annuelle qui portera le titre d'*Année cartographique*. On n'a pas encore trouvé le moyen de faire la cartographie instantanée, mais c'est déjà beaucoup d'avoir une cartographie annuelle tenant au courant des modifications survenues pendant l'exercice précédent.

Cette première année contient le résultat des explorations faites en Asie, en Afrique et en Amérique, et aussi en Europe.

Pour l'Amérique, nous avons le tracé des nouveaux Etats de l'Union américaine, la délimitation des frontières entre le Brésil et la Bolivie, etc.; pour l'Afrique, qui tient aujourd'hui une si grande place dans les préoccupations publiques, une carte comparée de ce continent au 1er janvier 1890, et une autre au 1er janvier 1891.

Un second fascicule en préparation, présentera les résultats cartographiques des explorations effectuées en 1891.

Le Transsaharien. — M. Georges Rolland, Ingénieur au corps des mines, auteur du projet dont nous avons parlé bien des fois, renonce définitivement, pour son central Transsaharien, au concours effectif de l'Etat, dont l'ingérence est, dit-il, « essentiellement stérilisante. » C'est de l'initiative privée qu'il attend maintenant la réalisation de cette grande entreprise.

On sait que la création de grandes Compagnies *privilégiées*, en vue de « la colonisation et de la mise en valeur de territoires situés dans les possessions françaises ou placées sous l'influence de la France », a été décidée en principe. C'est une puissante Compagnie de ce genre que M. G. Rolland se proposerait de créer, Compagnie privée, avant tout commerciale ; et en ce cas, le chemin de fer projeté, le Transsaharien, ne serait plus que l'instrument dont un groupe de négociants, d'industriels, d'exportateurs syndiqués se servirait pour pénétrer dans les régions peuplées et productives du Soudan central, y faire des échanges, en tirer des matières premières, y vendre des articles manufacturés, et aussi faire des cultures de rapport le long de la ligne et principalement le long de ses prolongements soudanais.

Le Transsaharien nouveau, dont le tracé serait de 2 200 kilomètres environ, et non plus de 3 100 comme l'ancien, cesserait de fait à Tin-Telloust, qui est le véritable port des Touareg Kel-Aïr. Au delà, ce n'est plus le Transsaharien; c'est son prolongement soudanais, qui aboutirait à Agadès, « centre indiqué de notre puissance politique en Afrique », suivant M. Rolland. Agadès est à 250 kilomètres de Tin-Telloust, et à moins de 2 500 kilomètres de Biskra.

Guill. DEPPING.

BIBLIOGRAPHIE

La Science amusante, 2e série, par TOM TIT, Larousse, éditeur.

Le premier volume de la *Science amusante*, que publiait l'année dernière notre collaborateur Arthur Good (qui se cache modestement sous le pseudonyme de Tom Tit), a eu un succès considérable, dont nous donnerons l'idée en disant que l'ouvrage a été traduit en neuf langues. Aujourd'hui, l'auteur fait paraître un second volume, dont le succès ne sera certainement pas inférieur à celui de son devancier.

Ce sont toujours des expériences diverses et curieuses, que l'on peut exécuter à l'aide d'objets usuels que l'on a toujours sous la main. Pour les enfants, c'est un agréable passe-temps pour les réunions de famille et les soirées d'hiver. Il ne faut pas s'y tromper, cependant : sous une apparence frivole, amusante, se cache un fonds scientifique réel. Ces expériences ingénieuses, originales, reposent sur des principes de physique ou de géométrie, que l'auteur a même pris soin de rappeler par des notes additionnelles et qui instruisent l'enfant, tout en l'amusant. C'est le côté caractéristique et intéressant de cet ouvrage, que les éditeurs ont publié avec un grand soin au point de vue typographique, et que de belles et nombreuses gravures accompagnent. L'ouvrage de Tom Tit mérite bien le nom que lui a donné son auteur.

Esclavage, Islamisme et Christianisme, par le capitaine BINGER. — Edité par la Société d'éditions scientifiques. — Paris, 1891.

Le capitaine Binger, qui vient de sillonner l'Afrique, du 20e au 2e degré de longitude ouest et du 5e au 13e degré de latitude nord, a résumé dans cet intéressant ouvrage un ensemble de renseignements et d'observations sur les causes de l'esclavage chez les peuplades fétichistes et sur les conditions dans lesquelles, l'islamisme d'une part, le christianisme de l'autre, s'appliquent à combattre et à détruire cette plaie du continent noir. Le capitaine Binger est convaincu que le jour où l'Afrique entière serait musulmane, l'esclavage serait supprimé, aussi bien que par le développement de la religion chrétienne. En se plaçant au point de vue européen, il y aurait intérêt au triomphe du christianisme, parce que la religion musulmane entraîne avec elle une instruction et une éducation trop différentes des nôtres, et qu'un peuple musulman ne se soumettrait pas aussi rapidement et avec autant de cœur à un gouvernement européen que si ce gouvernement était musulman.

Tout un faisceau d'observations très originales, puisées à la source même, est résumé dans ces pages que liront avec fruit ceux qui s'intéressent à l'Afrique et au développement de la civilisation dans cet immense continent. La Société d'éditions scientifiques l'a édité, d'ailleurs, avec le soin qu'elle apporte dans ses publications habituelles.

Théorie de l'élasticité des corps solides, par M. Émile MATHIEU, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1891.

M. Émile Mathieu, le savant professeur de l'Académie de Nancy, publie chez Gauthier-Villars les leçons qu'il professe sur l'élasticité des corps solides. La première partie est parue dernièrement; elle est consacrée, en grande partie, à l'équilibre d'élasticité et aux problèmes qui s'y rattachent.

Le premier chapitre est consacré à la distribution des forces élastiques, à la distribution des déformations et à l'expression des forces élastiques en fonction des déformations.

Le deuxième traite de l'équilibre d'élasticité des corps isotropes et, comme application, de l'allongement d'un corps prismatique par la traction, de l'équilibre d'une sphère creuse, d'un cylindre creux, soumis à une pression intérieure et à une pression extérieure.

Le troisième chapitre a pour objet la torsion et la flexion des corps prismatiques.

Dans le chapitre quatrième les équations de l'élasticité sont données en coordonnées curvilignes. M. Mathieu a généralisé les coordonnées curvilignes de Lamé qui dépendent d'un triple système de surfaces orthogonales. M. Mathieu emploie des coordonnées qui dépendent d'un système de surfaces joint à ses trajectoires orthogonales.

Dans le cinquième chapitre sont étudiées les déformations qui ne sont pas très petites des tiges minces. Cette étude est présentée avec une précision que l'on ne rencontre pas dans l'exposition du même sujet par Kirchhoff d'abord et par Clebsch ensuite.

Enfin dans le sixième chapitre on trouve les équations de l'équilibre et du mouvement vibratoire des plaques en membranes planes.

Ce volume fait partie d'un ensemble de traités de physique mathématique où le savant professeur a réuni ses leçons et ses travaux personnels.

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 22 du 26 décembre. Administration, 4, rue de la Chaussée d'Antin; un an : **24** francs; 6 mois : **12** fr. **50**.

Fabrication des poudres et explosifs nitrés.

Brevets français : Fabrication de la céruse. — Fabrication de matière colorante. — Reproduction des résines dures et neutres. — Préparation de la bière instantanée. — Perfectionnements dans les siphons. — Appareil pour pratiquer les infusions. — Vinification dans les climats chauds et conservation des vins.

Brevets anglais : Procédé de teinture en écheveaux. — Couleurs azoïques. — Appareil pour teindre la laine. — Conservation des œufs. — Matières explosibles. — Analyse du lait. — Instrument pour vacciner. — Extraits du thé et du café. — Appareil distillatoire. — Distillation des eaux-de-vie. — Fabrication de l'ammoniaque. — Injections hypodermiques. — Aération des liquides. — Fabrication des graisses. — Mesurage des liqueurs. — Fabrication de la soude caustique.

Académies et sociétés industrielles : Académie des sciences. — Société industrielle d'Amiens. — Société anglaise des industries chimiques. — Société industrielle de Rouen.

Les emplois industriels, médicaux et hygiéniques de l'oxygène, de l'ozone et de l'acide carbonique, par A. M. VILLON. Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1891. — Prix : 1 franc.

L'oxygène, simple produit de laboratoire il y a quelques années, reçoit aujourd'hui nombre d'applications pratiques, soit à l'état d'oxygène pur, que l'on trouve désormais couramment dans le commerce, soit à l'état d'ozone, c'est-à-dire transformé en un composé beaucoup plus énergique par l'action du courant électrique.

D'autre part, l'emploi de l'acide carbonique, à l'état liquide, inauguré depuis plus longtemps, se généralise et reçoit chaque jour des applications nouvelles.

Ces faits ne sont pas assez connus; l'ouvrage que nous donne M. Villon a pour objet de répandre ces notions, et d'indiquer, avec les moyens d'obtenir ces différents produits, leurs nombreuses applications actuelles, et quelques-unes de celles que l'on peut espérer.

Le volume traitant successivement de l'oxygène, de l'ozone et de l'acide carbonique, comprend trois parties et chacune, après une notice historique, est divisée méthodiquement en paragraphes, indiquant les procédés de production, les usages actuels, etc. Ces usages sont tellement multipliés que ce petit traité intéresse tout le monde. Nous ajouterons que l'auteur, quoique spécialiste, a voulu que son livre fût à la portée de tous, et qu'il n'est nul besoin d'être chimiste pour le lire avec profit.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 10. **N° 500** Samedi 9 Janvier 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Les machines du *Wai*, bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert de la Bombay Steam navigation C° (*planche XI*), p. 157. — **Expositions** : La grande tour de 315 mètres projetée pour l'Exposition de Chicago, en 1893, p. 159; Ernest Pontzen. — **Métallurgie** : Les plaques de blindages en métal mixte et en acier, à propos d'essais récents en Angleterre et en Amérique, p. 161 ; L. Baclé. — **Etudes économiques** : Les offices du travail en Amérique, p. 166 ; E. de Billy. — **Constructions civiles** : Maison à doubles parois avec chauffage à l'intérieur des murailles, p. 168 ; Ch. Somasco. — **Mines** : Abatage à la mine d'un massif de 80000 mètres cubes, à Brest, en novembre 1891, p. 170 ; Max de Nansouty. — **Informations** : Distinctions honorifiques, p. 171 ; — Utilisation des eaux de la Dranse, p. 171. — *Nécrologie :* M. le Professeur A. Richet, p. 171.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 23 novembre 1891, p. 172 ; G. Petit. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 13 novembre 1891, p. 172.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 172.

Planche XI : Les machines du *Wai*, bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LES MACHINES DU " WAI "

bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert de la Bombay Steam navigation C°.

(Planche XI.)

La Compagnie de navigation à vapeur de Bombay vient de faire construire un bateau à trois hélices et à pont couvert, destiné à faire le service des voyageurs sur l'un des fleuves de la côte de Bombay, pour les amener à bord des navires plus grands qui desservent cette côte.

Pour la commande des trois hélices de ce bateau, on a fait pour la première fois l'application d'une machine à triple expansion dans laquelle les pistons des trois cylindres sont reliés directement chacun avec une hélice.

Cette tentative a eu un plein succès et a donné des résultats assez intéressants pour que nous en empruntions les détails à *Engineering* ainsi que les dessins (fig. 1) et la planche qui accompagnent cette notice.

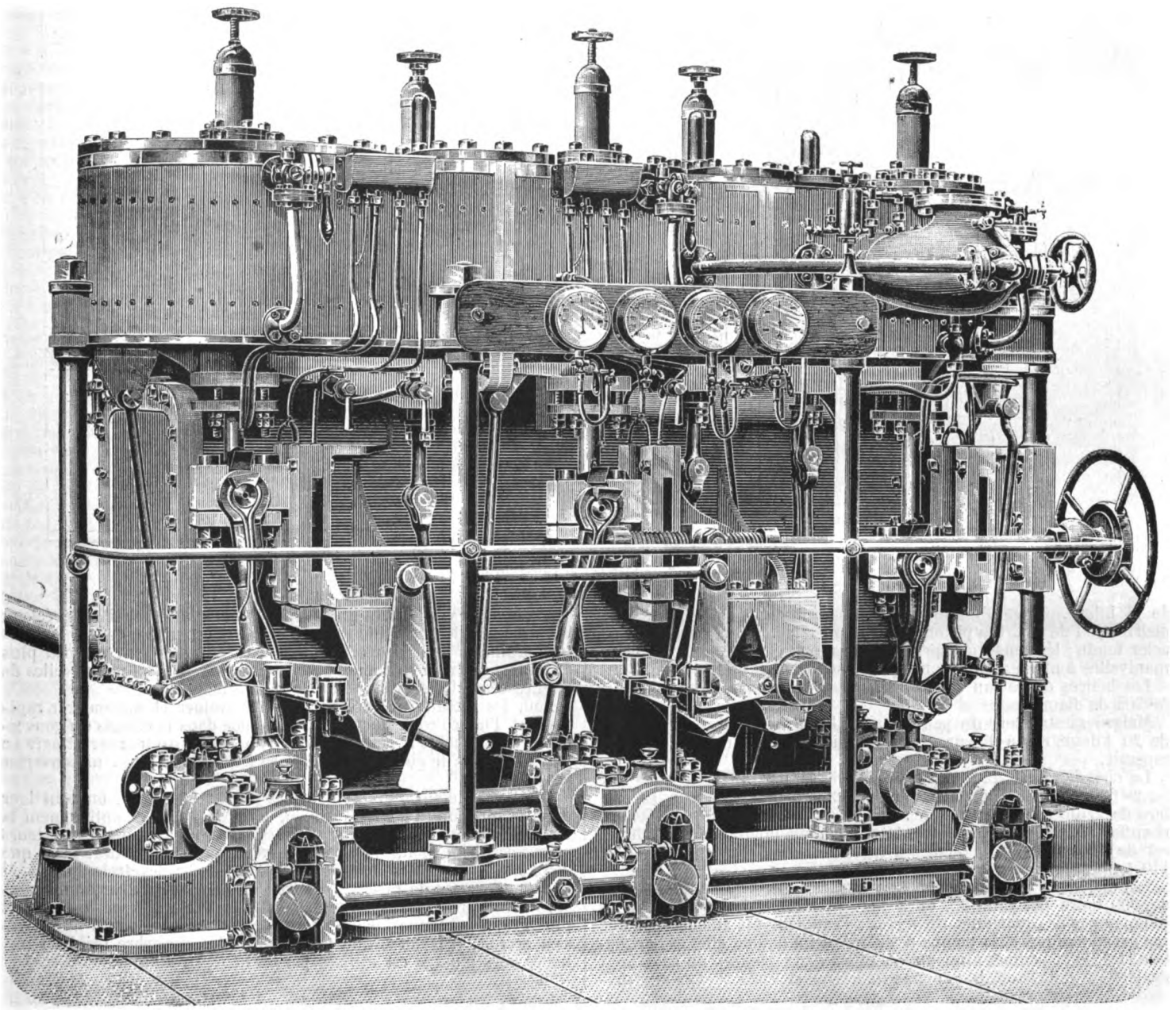


Fig. 1. — Vue de face des machines du *Wai*, bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert de la Bombay Steam Navigation C°.

Digitized by Google

Le bateau à vapeur *Wai*, qui a été établi spécialement en vue de cette application, mesure 27m 45 de long sur 6m 10 de large et 3m 50 de hauteur jusqu'à la tente qui recouvre le pont; son tirant d'eau en charge ne dépasse pas 0m 84. La coque a été construite dans les chantiers de la « Grangemouth Dockyard Company ». Le reste de la construction et l'installation des machines ont été faits par les soins de la Compagnie de navigation à vapeur, à Bombay, sous la direction de M. Moir, son Ingénieur en chef. Le croquis en élévation de ce bateau est représenté fig. 1, pl. XI.

Les machines, qui sont représentées en élévation dans notre gravure de tête, exécutée d'après une photographie, sont placées dans le sens transversal (voir fig. 2, 3 et 4, pl. XI); les pistons des cylindres sont, comme nous l'avons dit, reliés directement à leurs arbres à manivelle et à leurs propulseurs respectifs. La communication entre les trois machines est obtenue au moyen de deux bielles latérales agissant à angle droit l'une par rapport à l'autre, et disposées de façon à équilibrer le piston du cylindre à basse pression. Ces bielles sont construites de manière à laisser aux arbres à manivelle un jeu absolument libre.

Les diamètres des cylindres sont :

Pour le cylindre à haute pression	0m 228
— — moyenne pression.	0 368
— — basse —	0 635

La course des pistons est de 0m 254.

Ces machines sont établies pour fonctionner avec une pression utile de 14 kilogr. par centimètre carré. Les tiroirs sont actionnés par la distribution de Joy. Les pistons et les couvercles des cylindres sont en acier fondu; les coussinets principaux et les viroles des boutons de manivelles sont en acier recouvert de métal blanc de Kingston.

Les hélices du bateau sont à trois ailes, en bronze, et ont chacune 0m 762 de diamètre.

Malgré sa structure un peu massive, le navire atteint une vitesse de 20 kilomètres à l'heure, résultat bien supérieur à ce que l'on espérait.

La chaudière est du type ordinaire de la marine; elle a 2m 667 × 2m 667, et est à deux foyers de 0m 762 de diamètre chacun. La surface de grille est de 2m2 230. Les tubes sont en bronze; la surface de chauffe est de 60m2 385. Le poids total de la chaudière et des machines est de 40 tonnes et le déplacement du navire tout équipé est de 110 tonnes.

Les machines devant forcément marcher à une grande vitesse (plus de 300 tours par minute), on a jugé préférable de commander les pompes par des machines distinctes : l'eau leur est amenée par une pompe centrifuge, et la pompe à air, qui est à double effet et horizontale, les deux pompes alimentaires et les deux pompes de cales sont également commandées par une machine spéciale. Ces deux machines fonctionnent avec de la vapeur à 14 kilogr. de pression; l'échappement se fait dans le récipient du cylindre à basse pression, où la vapeur est de nouveau utilisée. Grâce à cette disposition, chaque pompe peut être réglée exactement proportionnellement à son travail.

Comme c'était le premier essai de machines à trois hélices construites sur ce principe, on a jugé utile de les essayer sous vapeur dans les ateliers, et on les a fait marcher pendant cinq jours consécutifs, ainsi que les pompes alimentaires et la pompe à air. Les machines atteignirent fréquemment une vitesse de 300 tours, et pendant toute la durée de l'épreuve, elles fonctionnèrent avec beaucoup de douceur et de régularité, sans échauffement des organes ni dérangement d'aucune sorte.

Le steamer *Wai* a déjà fait avec succès, pendant quelque temps, le service des voyageurs sur le fleuve Nogotna, et, d'après l'Ingénieur en chef de la Compagnie, les machines fonctionnent à la perfection et le navire évolue avec une facilité remarquable; il obéit promptement au gouvernail, ce qui est une condition essentielle pour le cours d'eau sinueux et fort étroit sur lequel il est appelé à naviguer.

Tout l'équipage, y compris le personnel des machines, est recruté parmi les indigènes, ce qui prouve en faveur de la simplicité et de la solidité du système.

On comprendra, sans qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point, l'importance qu'il y a de pouvoir disposer de moyens pratiques et économiques permettant de distribuer la force à l'aide de trois propulseurs, avec un seul groupe de machines à triple expansion. Pour des bateaux légers et d'un tirant d'eau moyen, réclamant une puissance et une vitesse très grandes, ces machines sont d'un précieux secours. L'hélice du milieu (fig. 2, pl. XI) est placée devant l'ouverture ordinaire de la poupe, et les helices latérales sont un peu plus en avant, de façon que leurs ailes recouvrent plus ou moins celles de l'hélice centrale, suivant qu'on le juge utile.

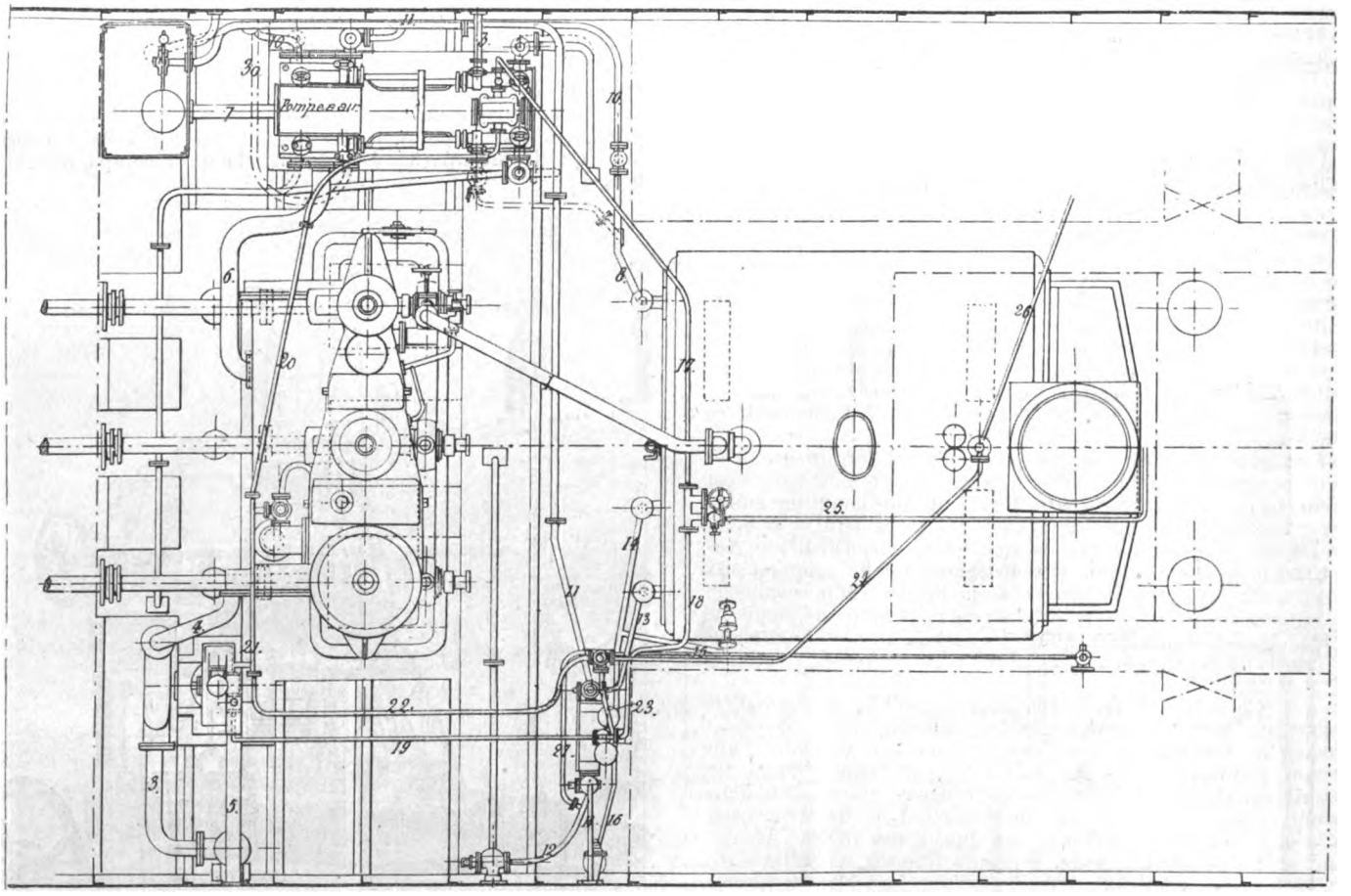


FIG. 2. — Plan des machines du *Wai*.

Pour les bateaux qui doivent pouvoir évoluer et manœuvrer rapidement, l'hélice centrale peut être montée dans le châssis du gouvernail avec un joint à émerillon que l'on peut faire tourner et agir en tout sens avec le gouvernail sans arrêter les machines ni renverser la vapeur.

Les hélices étant reliées entre elles par les machines, on peut leur donner un nombre d'ailes variable, de façon à utiliser entièrement la force. Pour une force et une vitesse égales, les trois hélices et leurs arbres occupent moins de place transversalement et verticalement que deux hélices avec des machines jumelles. Avec les trois hélices, il faut une course de piston moindre; on peut donc adopter des machines moins hautes, plus légères et donnant un nombre de tours plus grand avec une même vitesse de piston. La sécurité du navire s'en accroît, et la force que ne dépense plus un arbre brisé ou une hélice hors d'usage est utilisée par les hélices restantes.

J. C.

Digitized by Google

EXPOSITIONS

LA GRANDE TOUR DE 315 MÈTRES
projetée pour l'Exposition de Chicago, en 1893 (1).

Les Ingénieurs américains jouissent depuis longtemps de la réputation d'être d'une hardiesse qui ne leur a pas été souvent disputée par leurs confrères du vieux monde. Grâce à l'esprit entreprenant de la nation, les conceptions les plus hardies trouvent toujours dans les cercles financiers et dans le public américain l'appui nécessaire pour passer du projet à l'exécution.

Ce qui caractérise les œuvres de nos confrères des Etats-Unis, c'est la grande rapidité avec laquelle ils les exécutent et le soin qu'ils ont de mettre le mode d'exécution en rapport avec les moyens mis à leur disposition. De plus, il faut leur rendre cette justice qu'ils ne se laissent pas entraîner par le désir de faire du neuf, jusqu'à ne pas utiliser les bons exemples qu'ils trouvent ailleurs, sauf à les modifier suivant les besoins. Les grands travaux de chemins de fer et ceux qu'ils ont exécutés pour l'amélioration de la navigation en sont la preuve.

S'ils ont été devancés par les Ingénieurs européens, ils n'hésitent pas à leur rendre justice et à reconnaître que le mérite est d'autant plus grand, qu'il y a plus de difficulté à faire accepter les risques des entreprises sortant des proportions normales, en Europe, que dans le pays des dollars où tout le monde est pour le *go ahead*.

Dans la construction des tunnels de très grande longueur, les Américains ont été dépassés.

Dès 1842, il avait été question de percer entre Albany et Boston un tunnel d'environ 7 630 mètres de longueur pour livrer passage à un chemin de fer, et ce n'est qu'en 1858, c'est-à-dire l'année après le commencement des travaux du tunnel du Mont-Cenis (12 233 mètres) que ceux du tunnel de Hoosac ont été entrepris.

Mais les grands tunnels ne frappent pas la vue, une fois achevés on oublie un peu les difficultés qu'il a fallu surmonter; on passe 15, 20, 30 minutes dans ces percées qui défient les barrières placées par la nature en travers des routes à parcourir, et les voyageurs qui regrettent de ne pas voir se prolonger ces voyages souterrains sont certes fort rares.

Il y a un autre genre de travail souterrain dans lequel les Ingénieurs européens, et disons-le de suite sans fausse modestie, où les Ingénieurs français ont devancé leurs confrères américains: c'est dans l'art de fonder à l'aide de l'air comprimé à de grandes profondeurs. On n'a pas tardé à nous imiter, on est allé à des profondeurs supérieures à celles que l'on avait atteintes en Europe; mais nous avons toujours conservé le mérite d'avoir été les initiateurs de ce procédé.

Il n'en est plus de même pour les ponts. Sur ce terrain les Ingénieurs américains sont, à juste titre, à placer au premier rang, car si l'ancienneté de l'art de construire des ponts appartient forcément à l'Europe, les Etats-Unis ont fait en peu de temps tant et si bien, ils ont créé des types si marquants, que tel pont construit en Angleterre a beau dépasser comme dimensions ceux faits jusqu'ici aux Etats-Unis, qu'il n'y a pas là matière à en déduire une conclusion pouvant amoindrir nos confrères d'outre-mer. Néanmoins, nous ne serions pas étonnés d'apprendre qu'un jour ou l'autre les Américains aient entrepris la construction d'un pont dont la portée dépassera celle du pont de Forth.

Plus que toute autre œuvre, la *Tour Eiffel* a dû frapper l'imagination, disons même l'amour-propre des Américains.

Un Ingénieur français les avait devancés dans l'exécution d'une construction gigantesque dont le programme était depuis longtemps dans l'esprit américain ; et il a réalisé cette œuvre en métal, matière dont ils ont le génie de tirer le meilleur parti. Loin de toute basse jalousie, c'était un vrai pèlerinage des Ingénieurs américains vers cette tour qui fait la gloire des constructeurs français, et certes il n'y a pas de pays où les admirateurs de M. Eiffel soient plus nombreux qu'aux Etats-Unis.

Mais ils ne pouvaient pas en rester là. L'Exposition de Chicago va s'ouvrir en mai 1893 et dès la première heure le désir d'avoir une tour s'est manifesté. L'idée de se rendre acquéreurs de la Tour Eiffel qui orne notre Champ de Mars avait même surgi. C'était une de ces idées que l'on désigne vulgairement comme « bien américaines » ; mais ce n'était certes pas l'idée des Ingénieurs américains.

L'Ingénieur américain étudie les grandes œuvres que nous produisons, il leur rend justice; mais il cherche en même temps en quoi il faudrait les modifier pour les mettre en harmonie avec les autres constructions exécutées dans son pays, comment il faudrait s'y prendre pour les approprier aux conditions américaines, comment on pourrait les rendre plus lucratives et, *last but not least*, comment on pourrait les rendre encore plus grandioses.

Si dans cette pléiade d'Ingénieurs américains venus pour admirer la Tour Eiffel il y eut des hommes capables d'entreprendre cette tâche, c'est certes M. Georges S. Morison qui peut être considéré comme le mieux préparé pour une telle entreprise.

Depuis que nous l'avions vu, en 1873, diriger, sous les ordres de notre ami M. Chanute, les travaux du pont de Kansas City, il n'a pas cessé de faire faire des progrès à l'art des constructions métalliques. La liste des grands ponts construits par cet habile Ingénieur sur les grands fleuves de l'Amérique est longue, et la presse scientifique les a déjà fait assez connaître pour que nous puissions nous dispenser de les énumérer.

Lorsqu'il vint au commencement du mois d'août dernier visiter la Tour Eiffel, et que nous eûmes le plaisir de faire avec lui l'ascension jusqu'au sommet de cet édifice, il avait déjà bien étudié tous les détails de cette construction, et son projet d'ensemble devait être arrêté; mais il avait tenu à bien se rendre compte de ces mille détails dont l'heureuse solution se trouve bien facilitée par l'inspection d'une œuvre analogue.

Bien que les journaux de Chicago annonçassent, dès le 17 octobre dernier, que la construction de la tour d'après les dessins du célèbre Ingénieur Morison était décidée et que la date de son achèvement était fixée au 1er février 1893. M. Georges S. Morison nous disait, dans une lettre datée du 27 novembre dernier, qu'il ne pouvait pas encore affirmer que la tour se ferait, mais qu'il le croyait.

Ses plans et son programme pour l'exécution sont tout prêts, et avec une loyauté qui ne nous surprend pas, la note descriptive qu'il vient de nous transmettre et à laquelle nous empruntons, sans commentaires, ce qui suit, commence par la déclaration « que les dispositions générales de même que les aménagements sont empruntés à la Tour Eiffel ».

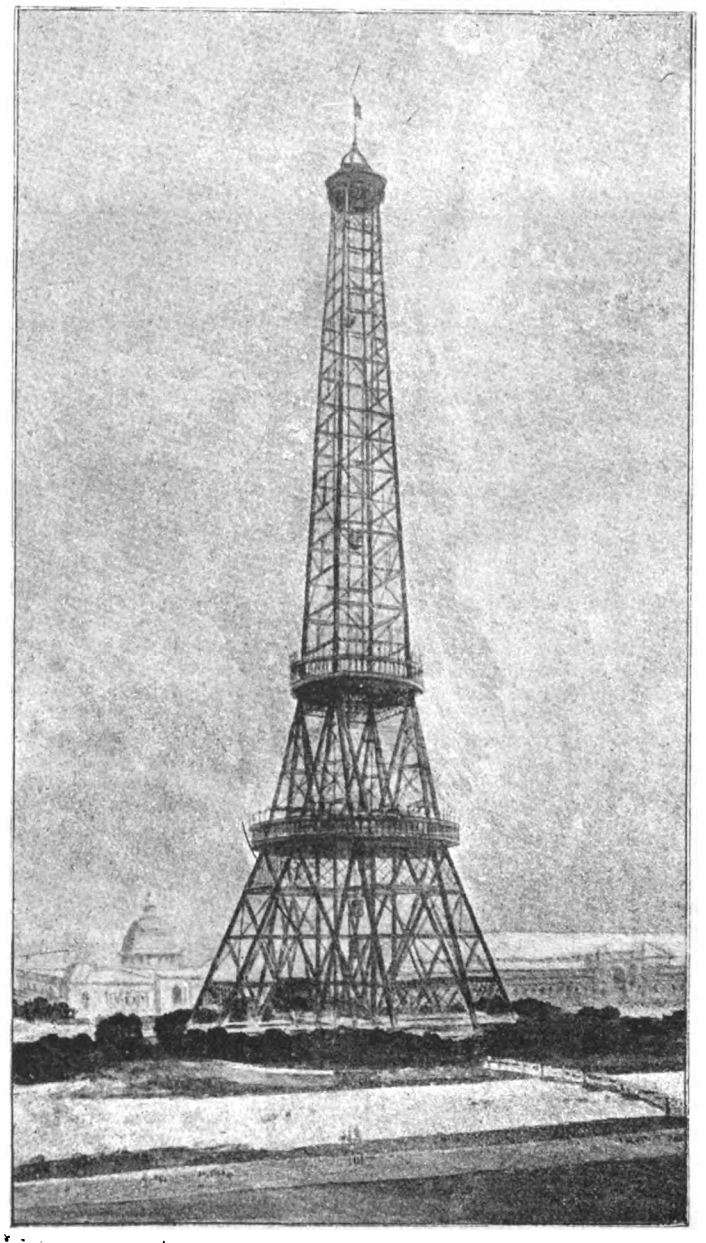


Fig. 1. — La grande Tour projetée pour l'Exposition de Chicago en 1893.

Passons, après ces préambules, à la description de la tour de Chicago :

Dispositions générales. — La base de la tour a sensiblement deux cinquièmes de sa hauteur. La première plate-forme est placée à 200 pieds (1) (61 mètres) au-dessus de la base et est occupée par des promenades, restaurants et divers établissements ; sa hauteur est suffisante pour permettre la meilleure vue sur l'ensemble de l'Exposition.

La seconde plate-forme se trouve à 200 pieds (61 mètres) au-dessus de la première.

La lanterne, qui est le point le plus important pour la vue sur un vaste horizon, se trouve à 500 pieds (152m 50) au-dessus de la seconde

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 26, p. 629; tome XVI, n° 2, p. 35; n° 3, p. 70; n° 4, p. 99, n° 6, p. 156; tome XVIII, n° 4, p. 61; et tome XIX, n° 5, p. 76; et n° 22, p. 355; tome XX, n° 3, p. 45; n° 7. p. 107.

(1) Toutes les principales dimensions sont des nombres ronds de pieds; nous croyons pour ce motif devoir les donner en n'ajoutant qu'à titre de renseignement le nombre équivalent de mètres en partant du rapport : 1 pied = 0m 305.

Digitized by Google

plate-forme ; elle est surmontée d'un phare et d'un porte-étendard mesurant ensemble 165 pieds (50m 33) de hauteur.

Tandis que cet arrangement imite bien celui de la tour Eiffel, le système de construction a dû s'en écarter sensiblement. Le terrain sur lequel la ville de Chicago est établi s'étend sous l'emplacement futur de la tour : c'est du sable fin, qui supporte très bien des charges considérables bien réparties, mais qui ne présente que peu de résistance à des efforts latéraux. Il n'a donc pas paru admissible de faire, comme dans la tour Eiffel, des supports inclinés. De plus, il a fallu adopter des dispositions permettant la dilatation du métal sans donner lieu à des efforts dans les fondations.

La nécessité de pouvoir exécuter les éléments de la construction et de pouvoir les mettre en place avec une grande rapidité, a conduit à n'admettre que des pièces rectilignes, assemblées à angle droit.

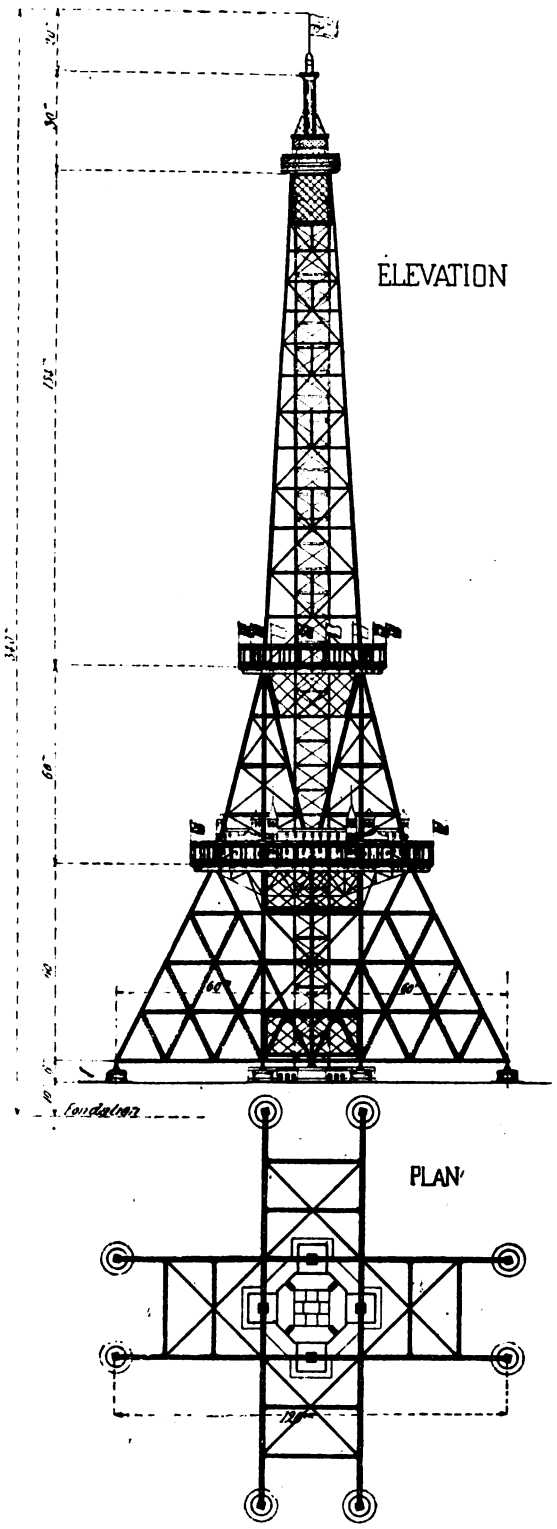


Fig. 2 et 3. — Élévation et plan de la tour projetée pour l'Exposition de Chicago en 1893.

La partie supérieure de la tour, comprise entre la lanterne et la seconde plate-forme, est une pyramide tronquée à section carrée, ayant à son sommet 40 pieds (12m 20), à sa base 100 pieds (30m 50) de côté. Les quatre montants qui la forment sont solidement reliés et contreventés comme cela se fait dans les hautes piles des viaducs métalliques.

Sur la hauteur comprise entre la seconde et la première plate-forme, chacun des quatre montants se trouve prolongé dans un plan vertical et ces quatre plans se coupent suivant des verticales partant des quatre pieds des montants supérieurs. Le poids de chaque montant est ainsi reporté sur quatre pièces, inclinées dans le rapport de 1 de base sur 4 de hauteur, se trouvant deux à deux dans chacun des plans d'intersection.

Dans l'étendue comprise entre la première et la seconde plate-forme, il y a donc seize montants, quatre dans chacun des quatre plans verticaux et y formant un W renversé ayant 200 pieds (61m) de hauteur et 200 pieds d'écartement entre les jambages extérieurs. Le plan au niveau de la première plate-forme présente la forme d'une croix mesurant 200 pieds dans chaque sens et dont les branches ont 100 pieds de largeur.

Les entretoises sont placées dans cet étage à des distances de 50 pieds (15m 25) dans les quatre faces.

Au-dessous de la première plate-forme, le poids, transmis par les huit montants intérieurs de l'étage supérieur sur quatre points, est reporté au moyen de quatre montants verticaux sur la fondation, tandis que la charge des huit montants extérieurs est reçue et transmise sur les fondations de la même façon que celle des quatre montants de l'étage supérieur. Pour que les jambages intérieurs de cet étage se rencontrassent au milieu, il a fallu leur donner l'inclinaison de 1 sur 2. Dans cet étage, les montants en question présentent donc dans chaque plan vertical un W renversé, ayant 200 pieds (61 mètres) de hauteur et 400 pieds (122 mètres) d'écartement à la base. Dans le milieu de chacun de ces W renversés se trouve l'un des montants verticaux dont il a été parlé ci-dessus. Les entretoises reliant les montants sont étagées de 50 en 50 pieds (15m 25) et assurent, comme dans les étages supérieurs, avec les contreventements, la rigidité de la construction.

La base de la tour présente la forme d'une croix, mesurant 400 pieds (122 mètres) dans chaque sens et dont les branches ont 100 pieds (30m 50) de largeur.

Grâce à cette disposition, plus de la moitié du poids total se trouve reportée sur quatre points centraux, le surplus est reporté sur

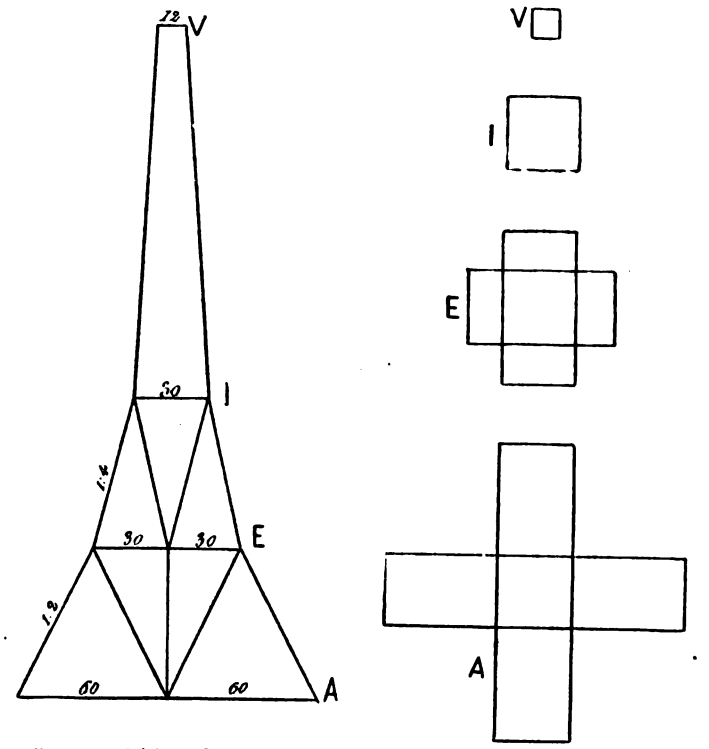


Fig. 4. — Schémas divers : élévation et plans de la tour à différents étages.

les huit points extérieurs. La répartition des charges accidentelles se fait de la même façon. Quant aux efforts dus au vent, ils n'affectent que les charges reportées sur les huit points d'appui extérieurs.

Les quatre points d'appui centraux sont des appuis invariables, dont les fondations se confondent en une seule. Les huit appuis extérieurs sont munis d'appareils permettant des déplacements dans le sens radial par rapport au centre de la tour, pour que les dilatations dans le sens de la longueur et de la largeur puissent se faire sans qu'il en résulte des poussées horizontales sur les appuis. Les dilatations, du reste insignifiantes, dues à des différences de température dans les éléments du plan inférieur, ont seules été négligées.

Le poids maximum de la tour avec sa charge accidentelle, transmis sur chacun des quatre points d'appui centraux, est de 1 760 tonnes, soit en chiffre rond, un poids total de 7 000 tonnes sur la fondation centrale. Chacun des huit appuis extérieurs aura au plus 880 tonnes à supporter en tenant compte de la pression du vent ; rien que le poids mort ne dépasse pas 300 tonnes par appui.

En comparant les charges qui résultent par unité de surface sur le sol, à celles que l'on admet pour les constructions dans la ville de Chicago, et en particulier pour les magasins à blé (*elevators*) les plus chargés et établis depuis fort longtemps, on trouve qu'il n'y a rien d'exagéré, malgré la grande hauteur de la tour.

Le poids des éléments constituant la tour, au-dessus des fondations, est d'environ 7 000 tonnes ; celui des plates-formes avec les constructions qu'elles supporteront étant de 2 000 tonnes, on voit

Digitized by Google

que la charge accidentelle évaluée à 2 000 tonnes, porte le poids total reposant sur les fondations à 11 000 tonnes, dont la charge variable ne constitue que le cinquième environ.

Dans les *elevators*, le poids variable, c'est-à-dire celui du blé pouvant être reçu, dépasse en général le poids de l'édifice.

Les *aménagements* imitent ceux de la tour Eiffel, et n'en diffèrent que par leurs proportions.

La première plate-forme soutenue, ainsi qu'il a été montré, par des points d'appui formant une croix, est circulaire ; elle a 250 pieds (76m 25) de diamètre. Une galerie couverte de 15 pieds (4m 58) de hauteur, dont la toiture est supportée par une double rangée de colonnes, forme une promenade couverte, faisant tout le tour de la plate-forme, sans aucun rétrécissement. A l'intérieur de ce promenoir, dans les espaces formés par les plans des montants, quatre grands bâtiments de 45 pieds sur 90 pieds (13m 73 sur 27m 45) seront établis. Les rez-de-chaussée de ces bâtiments, auxquels la vue se trouve enlevée par les promenoirs, sont consacrés aux locaux de service, tandis que les deux étages et les terrasses formées par les toitures plates seront occupés par des restaurants. En dehors de ces quatre constructions principales, il y aura un certain nombre de pavillons de tout genre.

La seconde plate-forme, également circulaire, aura 150 pieds (45m 75) de diamètre.

La lanterne, supportée par les quatre montants formant un carré de 40 pieds (12m 20) de côté, soit 57 pieds (27m 39) en diagonale, recevra 60 pieds (18m 30) de diamètre et présentera deux étages de 7 pieds et demi (2m 29) de hauteur, constituant ainsi deux chambres de 188 pieds (94m 66) de circonférence, ce qui fournit près de 200 mètres de balustrade pour les personnes voulant jouir de la vue du haut de la tour.

Au-dessus de la balustrade pleine, le pourtour sera vitré et surmonté d'une frise portant la légende explicative du panorama.

Le dessus de la lanterne ne sera pas ouvert au public ; on y établira une voie pour les projecteurs de lumière électrique et dans le milieu s'élèvera une construction renfermant des pièces destinées à divers emplois. Elle sera surmontée d'une cheminée de 12 pieds (3m 66) de diamètre et 60 pieds (18m 30) de hauteur, construite en tôle, et qui contiendra un escalier en spirale donnant accès à la plate-forme la plus haute, située à 1 020 pieds (311m 10) au-dessus du niveau du sol.

Le phare qui couronne la tour sera surmonté d'un drapeau dont la hampe s'élèvera jusqu'à 1 066 pieds (325m 13) au-dessus du sol, soit à 1 120 pieds (341m 60) au-dessus du niveau inférieur de la couche de béton formant la fondation.

En n'envisageant que la hauteur des plates-formes les plus élevées, on aura donc à Chicago une tour de 311 mètres environ, lorsque la tour Eiffel mesure 300 mètres.

Ce n'est pas cette faible différence de hauteur qui permettrait de dire que la tour Eiffel a été détrônée ; l'Ingénieur Morison serait le dernier à le prétendre, et nous sommes porté à croire que les dimensions principales, choisies en nombres ronds de pieds, l'ont conduit, en ne voulant pas rester au-dessous de 300 mètres, à les dépasser légèrement.

L'attention de cet Ingénieur éminemment pratique a été surtout tournée vers les enseignements qu'il pouvait tirer de notre tour au point de vue du rendement financier.

Fournir au plus grand nombre de visiteurs la possibilité de jouir de la vue et rendre l'accès de ces points de vue facile à un public avare de son temps étaient certes les grandes préoccupations de M. Morison.

Le grand développement de la galerie couverte de la première plate-forme et la superposition de deux chambres dans la lanterne marquent bien la première de ces préoccupations. Quant à la seconde, le mode de construction des ascenseurs, qui n'a pas été étranger à la disposition générale de la tour, montre qu'il tient essentiellement à ce que le public voulant faire l'ascension n'ait pas à faire queue.

A l'intérieur, dans l'axe de la tour, s'élèvent de la fondation jusqu'à la plate-forme supérieure quatre montants formant sur toute la hauteur un prisme carré de 36 pieds (11 mètres) de côté, divisé en neuf compartiments sensiblement égaux, dont huit servent au mouvement des ascenseurs, le neuvième, au centre, étant réservé aux machines.

Chaque ascenseur présente environ 100 pieds carrés (9m2 30) de surface et peut recevoir 50 voyageurs.

Les quatre ascenseurs d'angle desservent la première plate-forme, deux autres desservent la deuxième en s'arrêtant à la première, et deux ascenseurs feront le service direct de l'étage supérieur.

En dehors des ascenseurs, il y aura deux escaliers conduisant à la première plate-forme ; un seul escalier montera de celle-ci à la deuxième.

On estime que 12 000 à 15 000 personnes pourront se trouver sur la première, 5 000 à 6 000 sur la deuxième et 1 200 à 1 500 dans la lanterne.

La vitesse de marche des ascenseurs doit être telle qu'ils puissent faire vingt-cinq, quinze et dix voyages par heure, suivant les niveaux desservis. Leur puissance de transport pourra donc atteindre environ 7 000 voyageurs par heure.

Mode de construction. — La fondation des huit appuis extérieurs et de la grande base centrale se fera en béton hydraulique reposant sur des pieux, dont la charge de chacun restera entre 10 et 15 tonnes, tout en négligeant le poids pouvant être supporté par le terrain entre les pieux. En faisant abstraction des pieux, la charge par centimètre carré restera entre 1,25 et 1,75 kilogr.

La couche de béton descendra jusqu'à 0m 60 sous le niveau moyen du lac Michigan, et les têtes des pieux seront noyées sur 0m 92 de hauteur dans le béton. La fondation exigera 5 750 mètres cubes de béton et sera supportée par 1 600 pieux. Chaque appui extérieur exigera 536 mètres cubes de béton reposant sur 165 pieux.

Le béton s'élèvera presque jusqu'au niveau du sol et sera surmonté pour chaque appui d'une pile spéciale construite en pierre calcaire.

Chacune des quatre piles centrales aura 2m2 80 de surface et 4m 27 de hauteur ; celles extérieures auront chacune 1m2 80 de section et 3m 35 de hauteur. Le volume total de maçonneries de tout genre dans les fondations sera d'environ 11 500 mètres cubes.

La tour proprement dite sera exécutée en employant l'acier doux pour les grandes pièces, le fer forgé pour les pièces légères.

Les montants principaux seront des caissons rectangulaires munis de trous d'hommes pour pouvoir pénétrer dans leur intérieur, qui sera pourvu d'échelles pour les besoins du service et surtout de l'entretien. Au-dessous de la seconde plate-forme ils auront 1m 015 de côté, mais à partir de là, cette dimension sera successivement réduite à 0m 405 près de la lanterne. Les colonnes intérieures seront composées de tôles réunies à l'aide de cornières, et présenteront des faces formées par des treillis. Les entretoises et contreventements seront rivés contre les pièces principales ; ceux de ces éléments qui travailleront à la compression seront carrés, formés par quatre cornières réunies par des treillis ; ceux qui travaillent à la tension seront formés d'un seul plan en treillis bordé de part et d'autre par des cornières à renflements fixées dos à dos.

Pour le calcul des dimensions on a admis, en dehors du poids propre de la construction, une charge de 500 kilogr. par mètre carré de plate-forme et une pression, due au vent, de 250 kilogr. par mètre carré sur toute la tour. Pour le calcul des dimensions au-dessus de la seconde plate-forme, la pression du vent sur la lanterne est admise à 450 kilogr. par mètre carré de surface.

La limite d'effort à supporter par le métal est fixée à 9kil 80 par millimètre carré pour les grandes pièces ayant la forme de caissons et dont la longueur libre ne dépasse pas seize fois leur plus grande dimension transversale. Pour les pièces de faibles dimensions et pour toutes celles dont le rapport entre la longueur et la hauteur dépasse seize, l'effort maximum admis a été réduit. Dans les pièces soumises alternativement à la compression et à la tension, les calculs ont été faits en se servant de la somme de ces efforts pour la détermination des dimensions.

Les montants formant la cage des ascenseurs reposeront directement sur la fondation centrale et seront exécutés suivant les mêmes principes.

Pour prévenir tout danger d'incendie, le bois sera rigoureusement exclu ; les planchers seront formés en béton.

Les dessins que nous joignons à cette notice et la description que nous venons de faire des dispositions proposées par M. Morison pour la tour à construire à Chicago, montrent qu'en raison de la grande rapidité avec laquelle il faudra marcher et de l'importance attachée au rendement, les considérations de beauté ont dû être négligées.

La nature du terrain sur lequel on se trouvera commandait également certaines modifications des dispositions adoptées à Paris. Mais M. Morison ne s'en est pas tenu au strict nécessaire : par la concentration du métal en un faible nombre d'éléments de grandes dimensions, il a donné à la tour le caractère essentiel des constructions métalliques des Etats-Unis.

Nous souhaitons à M. Morison qu'il puisse bientôt mettre la main à l'œuvre. L'exécution de cette tour n'amoindrira pas l'éclat de celle construite à Paris par M. Eiffel, car sans avoir été appelé à collaborer personnellement à cette seconde grande tour, c'est bien lui qui l'a inspirée. Nous demandons quel sera le nom que les Américains donneront à leur Tour Eiffel ?

Ernest PONTZEN.

MÉTALLURGIE

LES PLAQUES DE BLINDAGES EN MÉTAL MIXTE ET EN ACIER

à propos d'essais récents pratiqués en Angleterre et en Amérique.

Les journaux étrangers donnent actuellement quelques détails sur certains essais récents qui viennent d'avoir lieu en Angleterre et en Amérique, essais dans lesquels des blindages en métal compound ou acier traités respectivement d'après des procédés spéciaux, ont réussi à arrêter des projectiles d'attaque en acier forgé et les ont brisés sans en être traversés.

Il y a là, comme on sait, une question fort intéressante qui préoccupe vivement tous les producteurs de cuirassements, et nous avons donc cru intéressant de réunir dans cette note les données que nous avons pu recueillir au sujet des résultats obtenus.

Nous avons tenu en même temps à compléter ces renseignements par un examen d'ensemble, et nous avons établi, par rapport aux épreuves ordinaires françaises, le rapprochement de ces tirs étrangers, qui sont présentés trop souvent comme les plus rigoureux qu'on ait jamais vus.

Nous espérons montrer dans cette étude que les blindages employés en France peuvent supporter toujours la comparaison avec ceux des forges étrangères les plus préconisés actuellement, et le lecteur reconnaîtra d'ailleurs par l'examen d'essais récents, que, de leur côté aussi, nos grandes forges ne cessent d'améliorer leur fabrication et de maintenir continuellement la qualité incontestée de leurs produits.

Digitized by Google

1. Essais pratiqués en Angleterre depuis 1888; essais récents des plaques mixtes de l'usine Brown traitées d'apres le procédé Trésidder. — Jusqu'en 1888, les épreuves de recette des plaques de blindages anglais étaient pratiquées avec des projectiles en fonte Palliser, tirés d'ailleurs à une vitesse sensiblement inférieure à celle qu'on aurait admise en France. Comme ces projectiles sont très fragiles, il en résultait que la plupart du temps, ils se brisaient sur la plaque sans produire de grands dégâts; les fentes étaient peu marquées, les pénétrations étaient faibles et insignifiantes, et, généralement, les comptes rendus officiels n'en font même pas mention.

Cette épreuve était incontestablement moins rigoureuse que l'essai français pratiqué avec des boulets en fonte dure de Châtillon-Commentry d'une résistance incomparablement supérieure à celle des Palliser, au point que ces projectiles restent souvent entiers dans le tir. En outre, l'énergie du choc anglais était moins considérable, et comme d'ailleurs elle était absorbée souvent et presque en totalité par la rupture même du projectile, il n'y avait rien de surprenant à ce que les dégâts de nos plaques parussent infiniment plus marqués que ceux des plaques anglaises, dont on nous montrait des spécimens en quelque sorte invulnérables.

Nous pouvons citer comme exemples un grand nombre d'essais de plaques de 11″ (279 millimètres) d'épaisseur, lesquelles étaient attaquées avec des projectiles de 9″ (228 millimètres) pesant 116 kilogrammes, tirés à la vitesse de 408 mètres seulement, tandis qu'en France la vitesse admise dans de pareilles conditions aurait été portée à 489 mètres, et cela pour une plaque appuyée sur le massif de 98 centimètres, ayant par conséquent une épaisseur moindre que les murailles anglaises. D'autre part, les conditions d'installation de la plaque sont beaucoup plus favorables en Angleterre, ainsi que nous le remarquerons plus bas.

Le moment arriva pourtant où il fallut bien reconnaître que ces plaques n'étaient invulnérables qu'en apparence; l'apparition des projectiles en acier forgé que nos usines françaises, suivant la voie tracée par M. Holtzer, arrivaient seules à produire, montra que ces blindages se laissaient traverser avec une facilité inquiétante. Nous pouvons rappeler d'ailleurs que, déjà en 1884, un tir d'étude pratiqué à Gavre, sur une plaque mixte Brown, avait donné une preuve manifeste de cette facilité de pénétration.

Un obus de 34 centimètres en acier Holtzer tiré contre une plaque Brown de 40 centimètres d'épaisseur, avait pu la traverser sans difficulté avec son massif d'appui, à la vitesse de 480 mètres, qui serait celle de la perforation d'une plaque d'acier ordinaire non appuyée. Cet obus conservait encore une grande partie de son énergie, et il a même pu parcourir 150 mètres derrière la muraille; il était resté entier et ne présentait que des fentes légères.

L'amirauté anglaise comprit donc la nécessité de modifier ces conditions de recette, et elle organisa à Portsmouth, en 1888, des expériences comparatives qui portèrent sur des plaques de diverses provenances en acier et en métal mixte.

Sans entrer dans le détail de ces essais, nous rappellerons seulement les conditions imposées, car elles ont été conservées depuis, et appliquées aux épreuves de recette ultérieures.

Les plaques essayées sont amenées aux dimensions suivantes : (8′ × 6′ × 10″ 1/2), soit 2m44 sur 1m83 sur 0m26 d'épaisseur. Elles sont fixées sur un solide massif en chêne et fortement encadrées conformément à l'usage anglais.

Le tir a lieu avec un canon de 6 pouces (0m152) lançant des projectiles de 100 lbs (45kil36) avec une charge de poudre de 48 lbs (21kil77) donnant une vitesse initiale de 1 976 pieds (602 mètres) par seconde, le canon étant placé à une distance de la plaque de 60 pieds (18m30).

L'épreuve comporte le tir de 5 coups exécuté dans l'ordre suivant : les deux premiers sont tirés avec des projectiles en acier Holtzer, les deux suivants, nos 3 et 4, avec des boulets en fonte Palliser, et le coup no 5 avec un projectile Holtzer. Ces coups sont répartis aux quatre sommets et au centre d'un rectangle dont les côtés sont tracés à une distance de 2 pieds (0m609) des cans correspondants de la plaque, et présentent par conséquent une longueur de 1m22 sur une largeur de 0m61. La figure 1 montre la répartition des coups. Le coup no 1 est dirigé sur le sommet supérieur gauche, le coup no 2 sur le sommet inférieur droit, le coup no 3 sur le sommet supérieur droit, le coup no 4 sur le sommet inférieur gauche, et le no 5 au milieu, de sorte que les trois impacts des projectiles en acier dessinent sur le rectangle une sorte de diagonale qui va en descendant de gauche à droite.

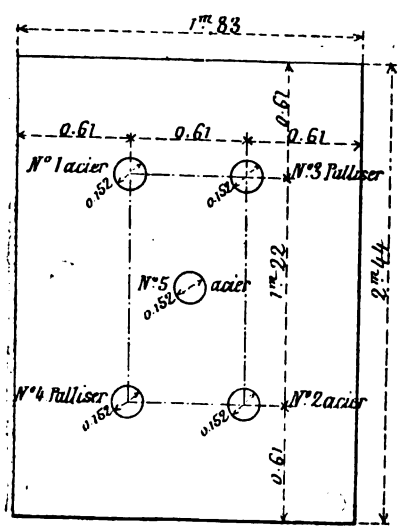


FIG. 1. — Répartition des coups dans les tirs de Portsmouth.

Les essais comparatifs de 1888 portèrent sur des plaques de 11 types différents, mais, en réalité, le nombre des plaques éprouvées fut plus considérable, car certaines usines comme Wickers et Brown en livrèrent plusieurs d'un même type.

Les détails complets de ces essais n'ont jamais été publiés, croyons-nous, mais il est possible toutefois d'en résumer les conclusions.

La plaque mixte de Cammell paraît avoir donné les résultats les plus satisfaisants. Elle arrêta les 3 projectiles d'acier qui laissèrent leurs ogives dans l'impact; ces obus étaient fortement fendus, et même des morceaux se détachèrent à l'arrière. Quant aux projectiles en fonte dure, ils furent complètement brisés en miettes. Les pénétrations ne paraissent pas avoir été exactement mesurées, mais elles ne dépassaient pas 0m12 avec les projectiles d'acier, tandis que ceux en fonte dure n'ont donné que 0m03. Le *Génie Civil* (1) a reproduit la vue de cette plaque dans le no du 7 mars dernier.

Un résultat presque identique fut obtenu avec une plaque d'acier présentée par le même fournisseur, ainsi qu'on le verra par l'examen

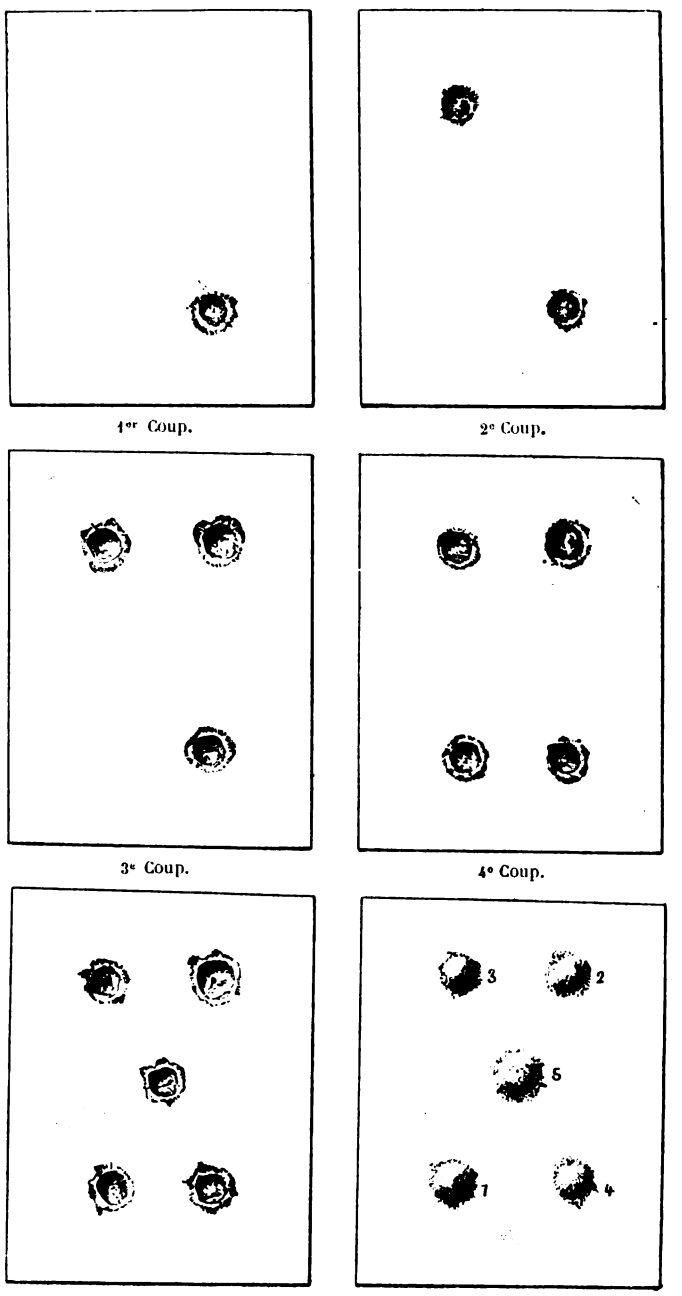


FIG. 2. — Plaque Cammell en acier, essayée en 1888 à Portsmouth.

de la figure 2; toutefois les pénétrations furent plus considérables, elles atteignirent 0m33, 0m40, 0m58.

La maison Brown présentait de son côté une plaque mixte et une plaque d'acier de sa fabrication, mais les résultats furent bien moins favorables, car toutes deux furent traversées par les projectiles d'acier, qui s'arrêtèrent dans la muraille en bois. Quant à ceux en fonte dure, ils ne firent que des dégâts insignifiants, comme c'était à prévoir. Cependant, dans un essai ultérieur repris en juillet 1889, une nouvelle plaque mixte Brown détermina la rupture du premier projectile d'acier, et elle arrêta les deux autres, avec des pénétrations considérables toutefois.

En outre de ces plaques, nous n'avons à signaler que celles en acier de Wickers qui purent arrêter les projectiles d'acier. Ceux-ci rebondirent devant la muraille, cassés en gros morceaux, en produisant des pénétrations qui atteignirent au maximum l'épaisseur de la plaque.

Les résultats si remarquables qu'avait donnés la plaque Cammell à Portsmouth n'eurent pas le lendemain qu'on pouvait en espérer, car dans la plupart des essais ultérieurs pratiqués en Angleterre, les blin-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVIII, no 19, p. 293.

Digitized by Google

dages de cette usine se laissèrent traverser par les projectiles en acier forgé.

Dans l'essai de la plaque du *Hood* et du *Royal Sovereign* pratiqué en mai 1890, les deux premiers projectiles d'acier furent bien arrêtés dans la plaque; l'un était simplement fendu, l'autre se cassa, l'ogive restant dans l'empreinte. Quant au troisième projectile, il traversa la plaque et vint s'arrêter dans le massif à une grande profondeur. Ce résultat enthousiasma fort l'*Engineer* qui le représenta (voir numéro du 9 mai 1890) comme un grand succès pour les cuirassements, car il a montré, disait-il, la possibilité de briser ces splendides projectiles d'acier qui n'avaient jamais été cassés jusque-là. On avait vu cependant des projectiles d'acier cassés dans les tirs de 1888.

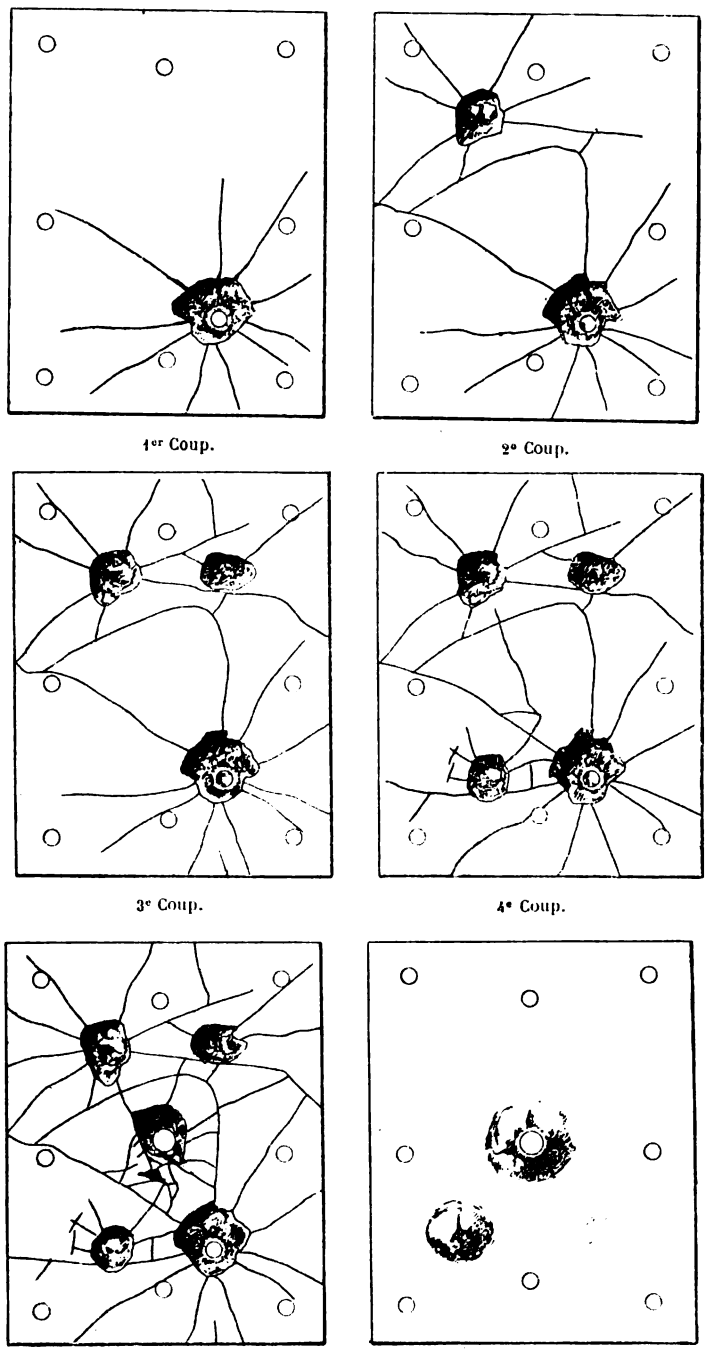


FIG. 3. — Plaque Cammell mixte du *Hood* et du *Royal Sovereign*.

Un nouvel essai pratiqué le 5 septembre 1890 sur une plaque destinée au navire espagnol *Infanta Maria Teresa*, donna des résultats encore moins favorables, car deux projectiles traversèrent la plaque et vinrent pénétrer dans le massif en bois à une profondeur de 0m50 environ; la plaque présenta en même temps de nombreuses criques.

Dans l'essai russe de novembre 1890, la plaque Cammell, essayée à Kolpino, arrêta bien deux projectiles d'acier tirés à grande vitesse, mais on voulut toutefois s'expliquer ce résultat par un défaut de qualité des projectiles employés préparés en métal trop doux; elle fut d'ailleurs traversée par le troisième. On trouvera également la vue de cette plaque dans le numéro du *Génie Civil* du 7 mars dernier.

A l'essai américain d'Annapolis, nous n'avons pas besoin de rappeler que la plaque Cammell fut complètement traversée: les trois premiers projectiles d'acier pénétrèrent en effet dans le massif en bois, et les deux derniers traversèrent même toute la muraille.

L'usine Brown fit procéder de son côté à des essais de plaques en métal compound qui donnèrent aussi des résultats divers. A l'essai hollandais du Helder en 1889, la plaque Brown brisa deux projectiles d'acier dans des conditions tout à fait remarquables, le troisième seul put traverser. Toutefois, dans l'essai russe, la muraille entière fut traversée par trois projectiles à grande vitesse.

On voit, par ce rapide résumé, que jusqu'à présent les plaques en métal compound de Brown ou de Cammell n'avaient pu arrêter le projectile d'acier forgé que dans des conditions exceptionnelles pour ainsi dire; aussi nos lecteurs comprendront immédiatement l'intérêt qui s'attache à divers essais exécutés récemment en Angleterre, et dans lesquels des plaques Brown en métal compound, convenablement préparées, ont arrêté, en les brisant, des projectiles d'acier forgé, et cela d'une manière persistante dans plusieurs épreuves répétées.

Quatre essais ont été pratiqués à Shoeburyness au cours de cette année, et un cinquième tout récemment à Portsmouth.

Les essais de Shoeburyness, qui pourraient être considérés en quelque sorte comme des tirs d'étude, ont porté sur des morceaux de plaques attaqués, tous, sauf le dernier, d'un coup unique tiré avec des boulets en acier Hadfield. A Portsmouth, au contraire, nous trouvons l'essai réglementaire des cinq coups, dont trois sont tirés avec les projectiles d'acier Holtzer, et là aussi, ces derniers se sont brisés comme les boulets Palliser.

Pour les premiers essais de Shoeburyness, on avait découpé dans une plaque compound dont la couverte était même préparée en acier au nickel, trois morceaux de forme carrée ayant chacun 1m22 de côté et 0m228 d'épaisseur. L'un de ces morceaux fut essayé à titre de témoin, sans avoir subi aucune préparation spéciale, et on constata qu'il était traversé sans difficulté par le projectile en acier de 6 pouces (0m152) pesant 180 lbs. (45k75), tiré à la vitesse de 558 mètres. Comme la vitesse de perforation d'une plaque en fer d'égale épaisseur serait de 445 mètres, signalons en passant, d'après cette expérience, que le rapport de 1,25 entre la vitesse de tir et la perforation du fer, suffit pour traverser la plaque compound ordinaire de fabrication anglaise.

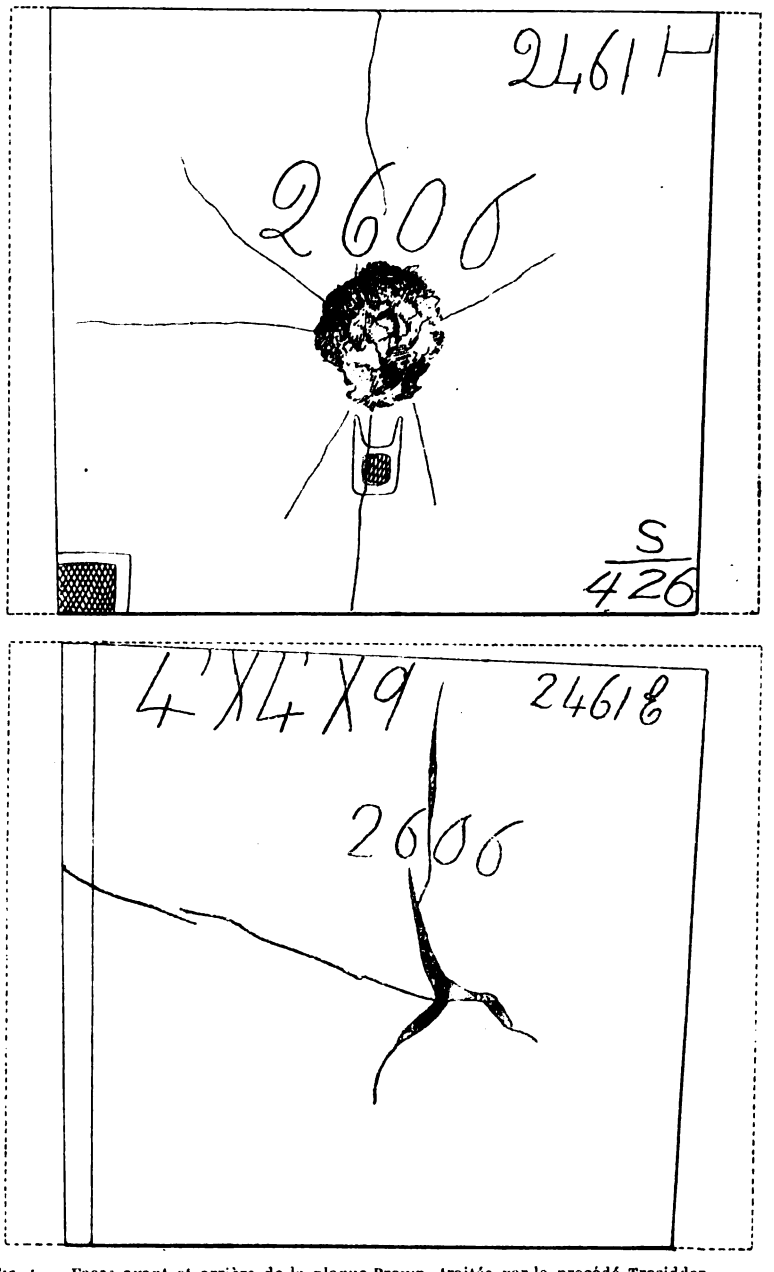


FIG. 4. — Faces avant et arrière de la plaque Brown, traitée par le procédé Tresidder, essayée à Shoeburyness.

Un second morceau, qui avait subi une trempe à l'huile, ne présenta pas une résistance beaucoup supérieure, et fut traversé également.

Le morceau restant fut traité d'après le procédé de durcissement du capitaine Tresidder, et il fut essayé en mars 1891, avec un projectile d'acier Hadfield tiré à la vitesse de 558 mètres. Dans cette

Digitized by Google

épreuve, le projectile se brisa en morceaux excessivement petits, donnant même autour de l'impact cette auréole blanche caractéristique des projectiles en fonte dure émiettés, quant à la plaque, elle présenta des avaries assez peu prononcées avec des criques fines sur la face avant. La figure 4 montre que la face arrière fut légèrement déchirée sous l'impact.

L'essai comparatif fut repris en mai 1891 sur deux autres morceaux de mêmes dimensions, l'un trempé à l'huile, l'autre soumis au procédé spécial seulement; la vitesse fut portée à 569 mètres, mais les résultats furent identiques. Le projectile se brisa dans l'attaque du morceau préparé et détermina sur la plaque des avaries moins prononcées. Un second coup tiré contre l'angle de la plaque détacha toutefois le morceau.

En juin 1891 un nouvel essai fut pratiqué contre un morceau de 0^m 265 d'épaisseur, considéré comme étant de qualité douteuse, et la vitesse de tir fut portée à 599 mètres, correspondant au rapport 1,22 avec la perforation du fer. Le projectile fut encore brisé; la plaque se criqua avec des déchirures à l'arrière.

Dans un dernier essai, le 23 juilet 1891, on tira les trois coups en diagonale avec les projectiles d'acier, à la vitesse de 594 mètres. Ceux-ci se brisèrent encore, mais le troisième pénétra cependant jusqu'au massif en bois et laissa son ogive dans l'empreinte. Deux projectiles Palliser furent tirés également sans produire d'effet sensible. Mentionnons à ce sujet que, d'après le compte rendu du journal *Engineer*, la plaque s'était légèrement déformée sous l'application du procédé de durcissement; elle présentait une flèche de 28 millimètres ainsi que le montre la figure 5, mais cependant la plaque est bien entière, et ne présente que peu d'avaries. Les bombements sont fort peu marqués et ne dépassent pas 2 centimètres.

II. Essais récemment pratiqués aux États-Unis. — Nos lecteurs connaissent les essais comparatifs pratiqués à Annapolis, au mois d'octobre 1890, et dont le retentissement fut si considérable. Le *Génie Civil* en a donné le compte rendu détaillé (1) et nous n'y reviendrons pas; nous en rappellerons seulement les conditions générales, assez analogues d'ailleurs à celles des épreuves anglaises : on tire cinq coups aux sommets et au centre du rectangle d'attaque, les quatre premiers avec des projectiles en acier de 6″ (0^m 152), le cinquième avec un projectile de 8″ (0^m 203). La vitesse de tir est, dans le premier cas, de 632 mètres, correspondant au rapport de 1,26 comparée à la vitesse de perforation de la plaque en fer de 0^m 267, et pour le dernier coup, elle est de 561 mètres, correspondant au rapport 1,31.

Dans ces conditions, la plaque mixte Cammell a été traversée par les cinq projectiles, tandis que les deux plaques en acier du Creusot arrêtaient ceux-ci sans les briser. Toutefois, la plaque en acier pur présentait des pénétrations variant de 0^m 30 à 0^m 38, elle était partagée en outre par deux grandes fentes; par contre, la plaque au nickel avait des pénétrations plus fortes, mais aussi des fentes sans importance.

Un autre essai comparatif avait lieu à la même date en Russie, au polygone d'Ochta, et donnait des résultats analogues. Cette épreuve mettait en présence deux plaques en acier, l'une du Creusot, l'autre

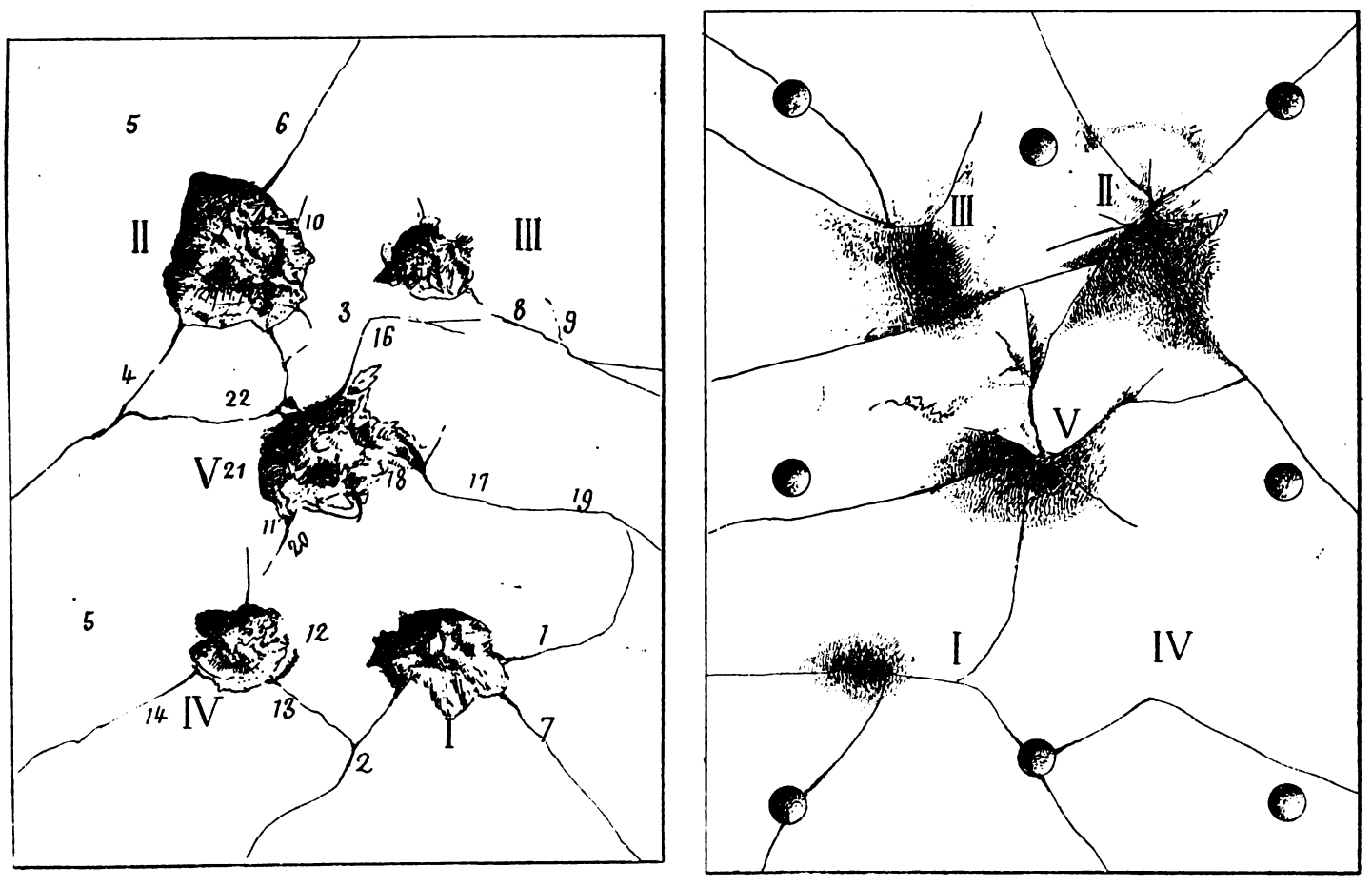


Fig. 5. — Faces avant et arrière de la plaque Brown, traitée par le procédé Tresidder, essayée à Portsmouth.

environ, et on dut couler du béton à l'arrière, dans l'espace vide, pour rétablir la solidarité de liaison entre la plaque et son massif.

Quoi qu'il en soit, la série d'épreuves répétées à Shoeburyness montre bien la possibilité d'assurer la rupture des projectiles d'acier eux-mêmes avec un revêtement suffisamment dur. L'essai qui vient d'être pratiqué à Portsmouth, dans les conditions ordinaires de recette, a donné la pleine confirmation de ce fait, et on ne peut même plus invoquer la différence de qualité des projectiles d'acier ou l'infériorité possible du métal Hadfield, car l'épreuve de Portsmouth a été pratiquée avec des obus de provenance Holtzer.

Au premier coup, tiré à la vitesse de 602 mètres, contre l'angle inférieur droit, le boulet d'acier se brisa en miettes, comme l'aurait fait un boulet Palliser. L'empreinte est insignifiante, et la plaque présente seulement quelques criques fines.

Au second coup, tiré contre l'angle supérieur gauche, le projectile se brise encore, en donnant, il est vrai, des morceaux un peu plus gros. Quelques écailles enlevées sur la plaque marquent l'empreinte, autour de laquelle rayonnent des criques fines.

Les deux coups suivants sont tirés avec des boulets Palliser; ceux-ci ne produisent que des dégâts insignifiants, et déterminent quelques criques légères.

Le cinquième coup est tiré au centre, avec un projectile Holtzer, qui se brise encore, comme l'avait fait le n° 2. La plaque présente sept nouvelles criques, dont la plupart sont insignifiantes.

Quelques-unes des fentes se retrouvent bien sur la face arrière, de Wickers, et une plaque mixte Brown, et on y adjoignit un peu plus tard une plaque Cammell. Les plaques étaient attaquées avec cinq projectiles d'acier de 6″, dont deux tirés à la vitesse de 604 et trois à celle de 635 mètres. En tenant compte de l'épaisseur, qui était 254 millimètres, on trouve que le rapport de la vitesse de tir à la perforation du fer atteignait 1,19 dans le premier cas, et 1,26 dans le second.

Dans ces conditions, les plaques mixtes Brown et Cammell furent traversées comme nous l'avons rappelé plus haut.

Quant aux plaques en acier, elles arrêtèrent toutes deux les cinq projectiles : trois boulets rebondirent devant la plaque Wickers et deux restèrent engagés; deux seulement se brisèrent contre la plaque du Creusot, qui présenta d'ailleurs des fentes plus accentuées que celle de Wickers. Les pénétrations atteignirent 0^m 30 à 0^m 40, dépassant sensiblement l'épaisseur de la plaque.

Ces résultats attestaient une supériorité incontestable de l'acier, avec ou sans nickel, sur le métal compound anglais; ils consacraient la victoire de l'usine du Creusot, qui représente avec tant d'éclat notre fabrication française à l'étranger.

Malgré ce succès, qui a déterminé aux États-Unis l'adoption de l'acier au nickel pour la fabrication des cuirassements, les Américains ne se dissimulaient pas qu'il y avait encore quelque chose à faire pour en améliorer la résistance, afin de pouvoir déterminer si pos-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 12, p. 177.

Digitized by Google

Digitized by Google

...ACHINERIE ET PROPULSEUR A TROIS HÉLICES DU STEAMER "WAI"

...struits par M^rs Thornycroft et Jackson à Chiswick.

Fig 1 Vue d'ensemble

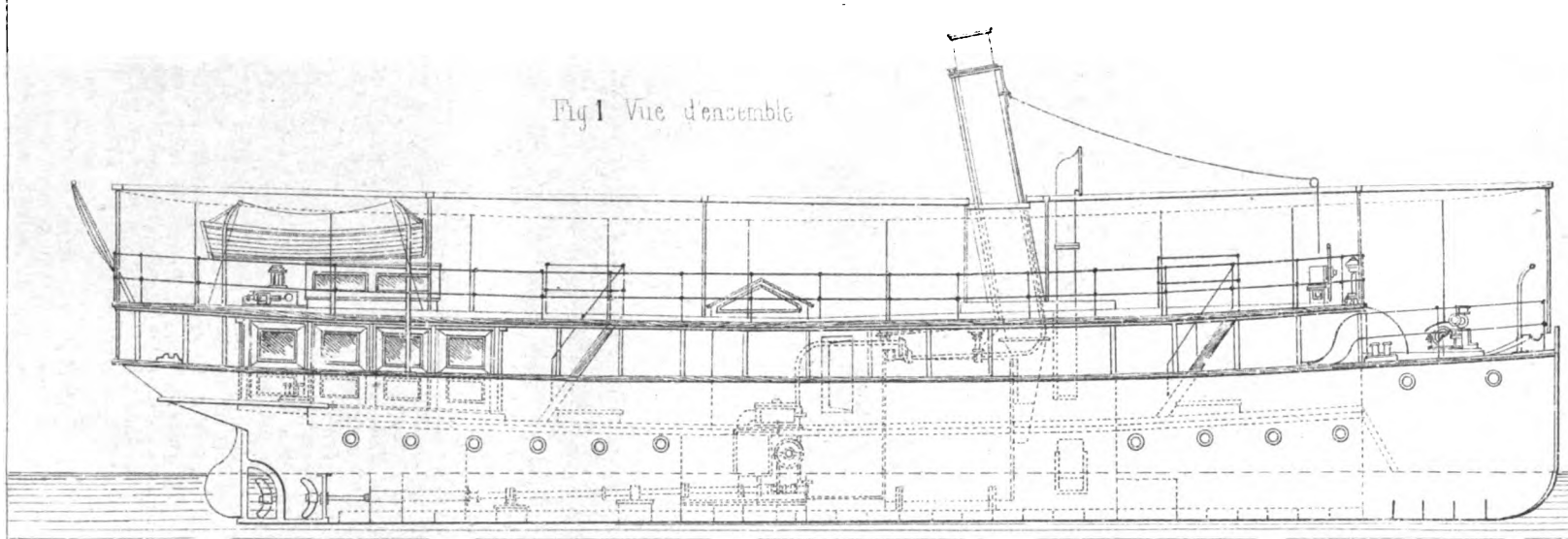


Fig 2 Hélices

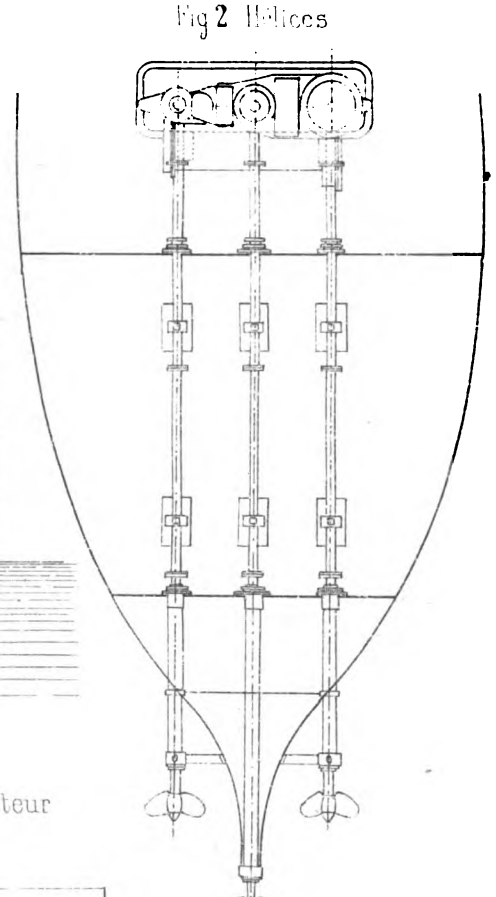
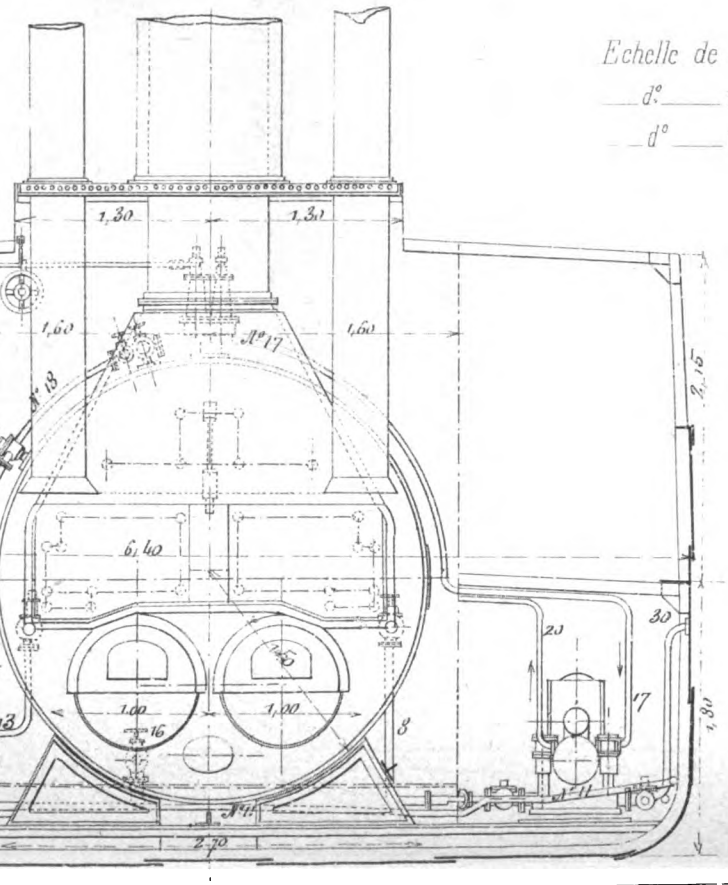
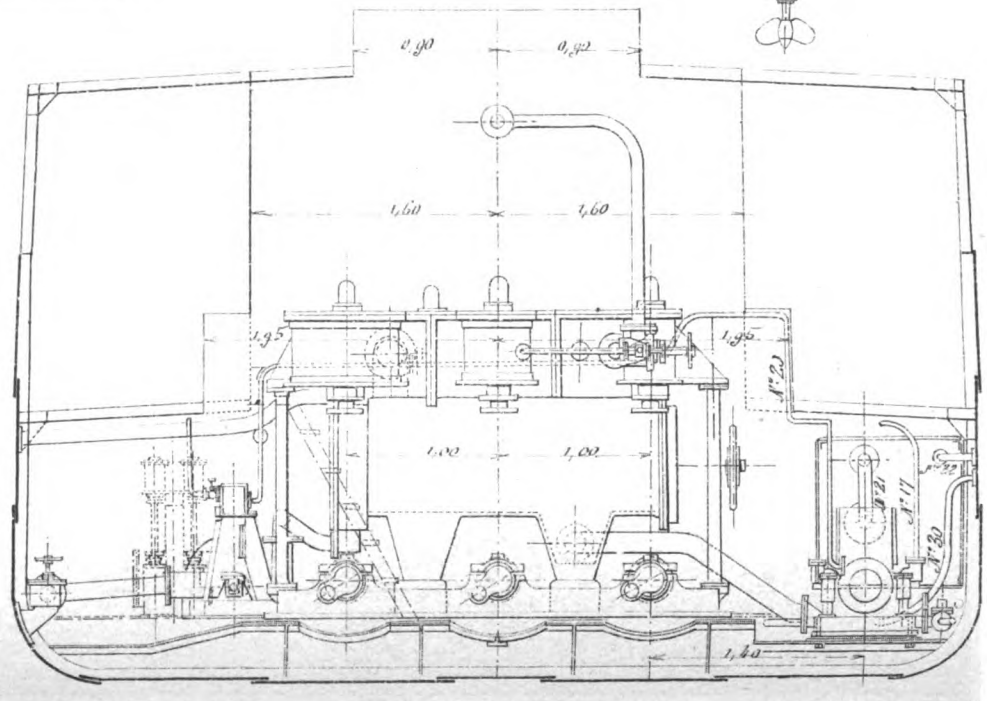


Fig 4 Chaudières



Echelle de 1/50 pour Fig 1.
d° 1/100 d° 2
d° 1/50 d° 3,4.

Fig 3 Moteur



398. Imp. G. Dervaux et Braun, 58, rue Rochechouart, Paris.

Digitized by Google

sible la rupture des projectiles d'attaque en acier. L'addition du nickel prévient bien la propagation des fentes, mais les pénétrations restent encore assez fortes, et c'est surtout en brisant les projectiles qu'on peut prévenir les avaries de la plaque.

Le durcissement de la surface présente une grande importance à cet égard, car, aussitôt que le projectile a pu se frayer un trou dans la plaque, il semble que la réaction même des parois de ce trou tend à le consolider, et prévient ainsi la rupture. On ne peut donc plus obtenir cet effet, s'il n'a pas été déterminé au premier instant du choc. On cite même, à cette occasion, une expérience exécutée à Shoeburyness (1), et qui paraît tout-à-fait probante : un projectile qui se brise en venant frapper une plaque en métal dur, devient capable de traverser celle-ci, si on pose devant elle une autre plaque en fer. La réaction des parois du trou pratiqué dans le fer maintient en un mot les molécules du projectile et prévient la rupture au moment du choc contre la plaque en métal dur.

On sait, d'autre part, que les blindages en fonte dure déterminent facilement la rupture des projectiles d'acier, en raison de la dureté superficielle excessive qu'ils présentent. Il était donc permis d'espérer qu'on réussirait à donner, même aux blindages en acier, une dureté suffisante pour obtenir le même résultat; les essais de Portsmouth dont nous venons de parler montrent d'ailleurs que le but a été atteint avec le métal mixte.

On a essayé de réaliser ce durcissement par des trempes appropriées : le procédé Redman Tilford, qui attirait encore l'année dernière une attention marquée, en est un exemple. Ce procédé comporte, paraît-il, l'emploi d'un bain tenant à la fois de la glycérine et de l'ammoniaque; il assurait, dit-on, à la plaque d'acier une dureté superficielle excessive en agissant à la fois par trempe et par une sorte de cémentation.

Un essai pratiqué aux États-Unis par les soins de la Marine, le 10 décembre 1889, aurait donné des résultats vraiment extraordinaires (2). Un morceau de plaque ainsi traité ayant 0m 76 de côté et 0m 152 d'épaisseur (6″) fut attaqué avec un projectile en acier forgé de Saint-Chamond de 6″ pesant 45kil 36 tiré à la vitesse de 641 mètres. Dans de pareilles conditions, le rapport de la vitesse de tir à la vitesse de perforation d'une plaque en fer de même épaisseur atteignait la valeur excessive de 1,70, et cependant la plaque ne fut pas traversée : le projectile se brisa en donnant une pénétration qui ne dépassait pas 7 centimètres.

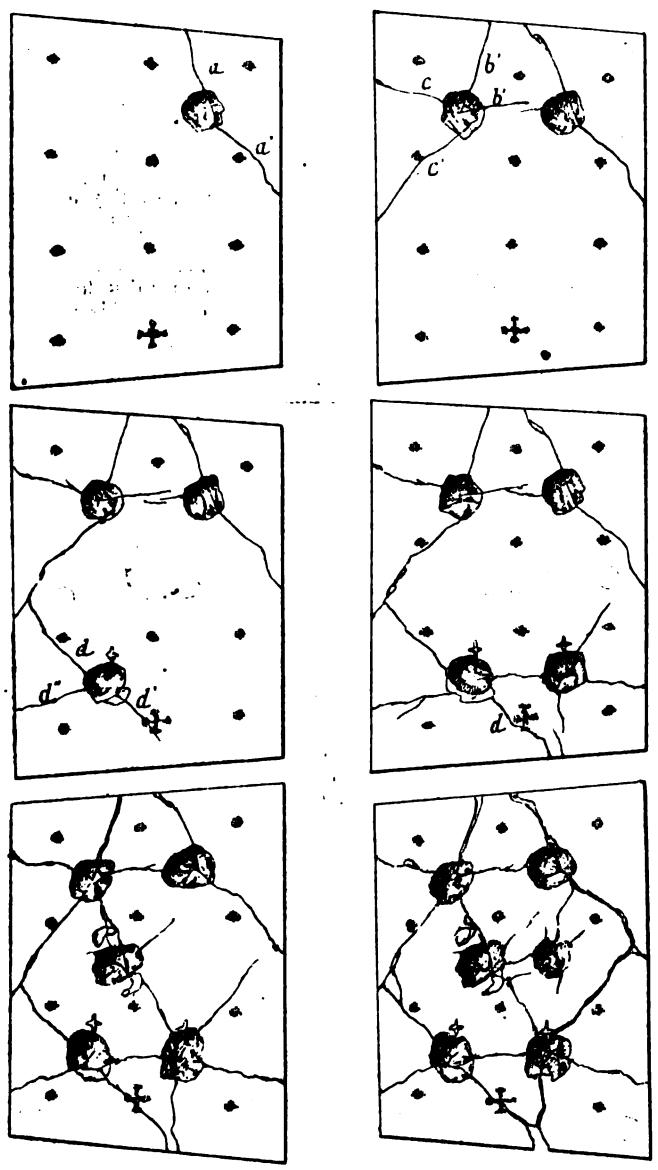


Fig. 6. — Plaque en acier traitée d'après le procédé Harvey.

Il faut reconnaître toutefois que ce résultat magnifique doit être considéré comme purement accidentel, et doit s'expliquer peut-être par un défaut de l'obus employé, car il ne s'est pas renouvelé depuis, et la marine américaine paraît même avoir définitivement renoncé à toute application de ce procédé.

Actuellement, les recherches se reportent sur un autre mode de traitement fondé sur un principe identique, et qui paraît donner des résultats plus constants. Le procédé Harvey comporte aussi le durcissement de la surface de la plaque par une sorte de cémentation, mais les détails n'en sont pas connus, car les brevets pris par l'inventeur ne sont pas encore rendus publics.

Ce procédé est appliqué dans l'usine de MM. Phipps Carnegie et Cie qui fabriquent les plaques de blindage au laminoir, et il l'a été aussi dans celle de Bethlehem, qui les fabrique au pilon suivant la méthode du Creusot.

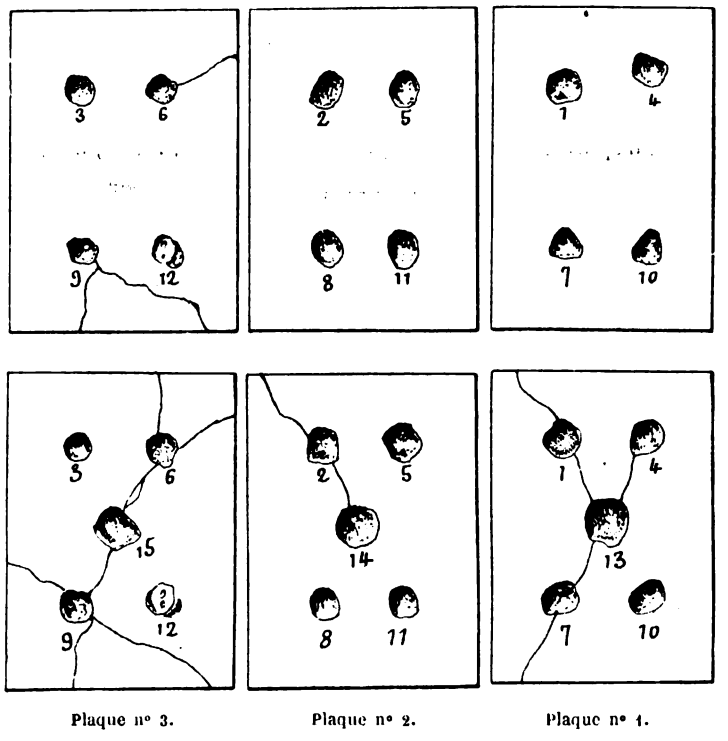
Une première épreuve pratiquée au champ de tir d'Annapolis, le 14 février dernier, a donné des résultats particulièrement remarquables : une plaque ayant les dimensions de celle d'Annapolis (2,438 × 1,828 × 0,267 d'épaisseur) a supporté le choc de six projectiles en acier de 6″ (0,152), tirés à la vitesse de 629 mètres, et elle les a tous arrêtés en les brisant. Trois de ces obus avaient été livrés par M. Holtzer et les trois autres par M. Carpenter. Les pénétrations ne dépassaient pas 0m 10 ; la plaque s'est cassée, mais les morceaux sont restés adhérents sur le massif. La figure 6 donne la vue de cette plaque après le tir.

En mai 1891, on pratiqua un tir comparatif sur cinq plaques en acier de 0m 076 d'épaisseur, qu'on attaqua avec le canon Hotchkiss lançant des projectiles de 2kil 72 à la vitesse de 550 mètres, et les résultats ainsi obtenus témoignèrent encore de la supériorité du mode de traitement. La plaque en acier au nickel qui avait subi le traitement Harvey, supporta vingt et un coups en brisant tous les projectiles, et elle ne présenta qu'une seule crique, tandis qu'une plaque en acier ordinaire était mise hors de service au dixième coup.

La marine américaine a repris récemment ces essais comparatifs au champ de tir d'Indian Head, en opérant dans les mêmes conditions qu'à Annapolis.

Ces épreuves furent pratiquées le 31 octobre dernier et le 14 novembre ; elles portèrent sur des plaques diversement carburées, tenant ou non du nickel, traitées ou non d'après le procédé Harvey et fabriquées par les deux usines concurrentes de Carnegie et de Bethlehem.

Les résultats de ces essais n'ont pas encore été publiés dans les revues techniques et ne sont pas encore bien connus; nous reproduisons toutefois, d'après le *New-York Herald*, les vues des trois plaques essayées le 31 octobre dernier (fig. 7 et 8), et l'on pourra reconnaître qu'elles ont présenté des fentes appréciables, mais elles n'ont pas été traversées toutefois.



Plaque n° 3. Plaque n° 2. Plaque n° 1.

Fig. 7. — Essais américains du 31 octobre 1891, au champ de tir d'Indian Head. Faces avant des plaques.

Les plaques n° 1 et n° 3 sont traitées d'après le procédé Harvey; l'une est en acier au nickel fortement carburé, l'autre est à faible teneur de carbone. Il en est de même de la plaque n° 2, non traitée d'après le procédé Harvey, qui a présenté moins de fentes, mais plus de pénétration.

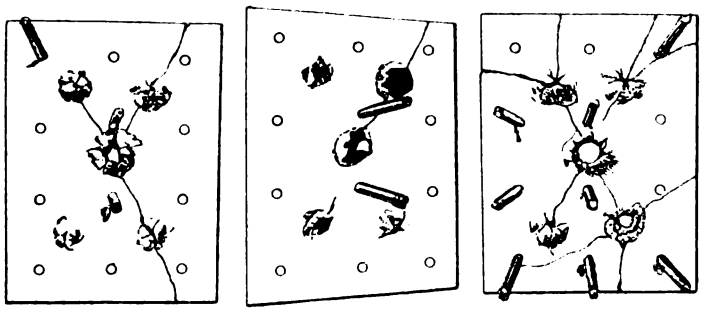
En résumé, certains membres de la Commission auraient émis, d'après le *New-York Herald*, l'opinion que la plaque Harvey de Bethlehem fortement carburée avait donné dans ces essais des résultats meilleurs que toutes celles éprouvées jusqu'à présent en Amérique

(1) Voir *Engineer* du 13 novembre 1891.

(2) Voir l'*Iron Age* du 16 janvier 1890 et l'*Engineer* du 9 mai 1890.

Digitized by Google

ou même ailleurs. Quant à nous, nous ne pouvons nous empêcher de penser qu'il y aurait une certaine exagération dans cette appréciation, et nous croyons, au contraire, que, tout en donnant des résultats



Plaque n° 3. Plaque n° 2. Plaque n° 1.

Fig. 8. — Essais américains du 31 octobre 1891, au champ de tir d'Indian Head. Faces arrière des plaques.

remarquables, le procédé Harvey n'a certainement pas produit tout ce qu'on espérait; la vue des plaques représentées nous paraît en fournir une démonstration indiscutable.

Un dernier tir comparatif eut lieu le 15 novembre 1891, et nous avons pu trouver quelques détails précis à ce sujet dans deux journaux américains du 15 novembre, *The New-York Recorder* et *The Sun*. Nous avons pu établir le tableau ci-dessous, dans lequel nous avons résumé les résultats annoncés et indiqué en même temps la nature des plaques essayées. Celles-ci étaient au nombre de trois; l'une en métal fortement carburé (0,44 °/₀), de l'usine Carnegie, non soumise au procédé Harvey; une seconde de la même usine, préparée en métal doux, tenant 0,24 de carbone, et traitée d'après le procédé Harvey; la troisième, livrée par l'usine de Bethlehem, avait une teneur intermédiaire de carbone de 0,35. Les trois plaques avaient une teneur en nickel uniforme atteignant 3 °/₀.

Le tir eut lieu dans les conditions ordinaires, en tirant d'abord un coup avec les projectiles d'acier de 6 pouces de Carpenter, et le cinquième avec les projectiles de 8 pouces. Deux provenaient de la maison Carpenter, et le troisième, qui fut tiré contre la plaque de Bethlehem, venait de Firminy.

Essais comparatifs pratiqués au champ de tir d'Indian Head le 14 novembre 1891, sur trois plaques d'acier (fig. 9)

Plaque n° 4, en métal fortement carburée, fabriquée par l'usine Carnegie, non traitée d'après le procédé Harvey. Carbone, 0,44 °/₀; nickel, 3 °/₀;

Plaque n° 5, en métal peu carburé, fabriquée par l'usine Carnegie, traitée d'après le procédé Harvey. Carbone, 0,24 °/₀; nickel, 3 °/₀;

Plaque n° 6, en métal peu carburé, fabriquée par l'usine de Bethlehem traitée d'après le procédé Harvey. Carbone, 0,35 °/₀; nickel, 3 °/₀.

RÉSULTATS

1er coup. — Angle supérieur gauche, obus Carpenter de 6 pouces.

	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration. . . .	0m 31	0m 36	0m 30
Etat du projectile.	Rebondit intact.	Reste engagé.	Cassé.
Etat de la plaque.	Quelques criques radiales.	Pas de fentes.	Quelques éclats se détachèrent.

2e coup. — Angle supérieur droit, obus Carpenter de 6 pouces.

	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration. . . .	0m 26	0m 38	0m 30
Etat du projectile.	Brisé.	Reste engagé.	Brisé en miettes.
Etat de la plaque.	Quelques criques.	Pas de fentes.	

3e coup. — Angle inférieur gauche, obus Carpenter de 6 pouces.

	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration. . . .	0m 30	0m 24	0m 30
Etat du projectile.	Cassé.	Rebondit.	Rebondit entier.
Etat de la plaque.	Une fente, va jusqu'au can supérieur.		Quelques criques légeres.

4e coup. — Angle inférieur droit, obus Carpenter de 6 pouces.

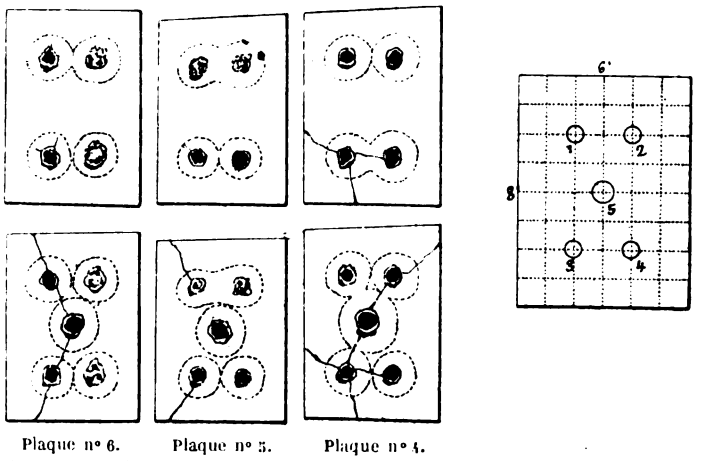
	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration. . . .	0m 29	0m 50	0m 12
Etat du projectile.	Entier.	Reste dans l'empreinte.	Brisé.
Etat de la plaque.	Une fente transversale, va de l'impact jusqu'au can droit.		

5e coup. — Au centre, obus de 8 pouces.

	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration. . . .	0m 25	0m 38	0m 30
Etat du projectile.	(Carpenter) Rebondit déformé.	(Carpenter) Brisé.	(Firminy) Rebondit entier.
Etat de la plaque.	Une fente transversale, va de l'impact supérieur droit à l'impact inférieur gauche.	Des fentes radiales vont jusqu'au can gauche.	Deux grandes fentes, vont du centre au can gauche.

Ainsi qu'on le voit à l'examen du tableau, la plaque de Bethlehem paraît avoir donné, dans l'essai du 14 novembre, des résultats plus favorables que dans les tirs précédents.

Les journaux américains proclament ce résultat avec l'ardeur d'exagération qui leur est trop souvent habituelle. Ils annoncent en gros caractères que l'Amérique triomphe du reste du monde *(America beats the world)*, car, disent-ils, elle fait les meilleures plaques, les seules capables d'arrêter les projectiles qui traversent les plaques étrangères *(Impervious to shot that would penetrate foreign steel)*. Ils reconnaissent cependant d'une manière indirecte, le 15 novembre, que l'essai du 31 octobre, déjà proclamé alors comme une grande victoire



Plaque n° 6. Plaque n° 5. Plaque n° 4.

Fig. 9. — Essais américains du 14 novembre 1891, au champ de tir d'Indian Head. Faces avant des plaques et répartition des coups.

nationale, était loin d'être aussi satisfaisant, et ils attribuent les différences au manque d'homogénéité des plaques Harvey soumises aux essais.

D'après les détails incomplets qu'ils fournissent à ce sujet, il semblerait que les plaques une fois carburées sont trempées, ou plutôt durcies par simple aspersion superficielle d'eau froide, et ce mode de traitement ne paraît pas garantir en effet une grande régularité de dureté. Les Américains reconnaissent, par suite, qu'il y a quelque chose à faire à ce point de vue pour l'amélioration du procédé.

Quoi qu'il en soit de ces résultats, nous essaierons de montrer dans le chapitre suivant, par la comparaison avec nos résultats français, que les blindages livrés à la Marine par nos grandes forges, supportent, en fait, des épreuves d'une rigueur comparable à celle des essais que nous venons de relater.

(A suivre.)

L. Baclé,
Ingénieur civil des Mines.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES OFFICES DU TRAVAIL EN AMÉRIQUE

Les offices du travail sont nés en Amérique. Dans ce pays, la question ouvrière s'est posée de bonne heure d'une façon aiguë; et, à mesure que les grèves se multipliaient, et que les législatures étaient saisies de projets de loi sur les conditions du travail, la nécessité s'est imposée de posséder, sur les éléments si nombreux et si complexes de ce nouveau problème, des données précises, réunies avec impartialité, suivant une méthode rigoureuse.

C'est dans la Nouvelle-Angleterre, dans l'Etat de Massachusetts, que fut créé le premier bureau du travail en 1869. Depuis vingt-cinq ans environ, on demandait des lois sur le travail : la législature avait été saisie, en 1845, 1850 et 1852, de propositions de loi tendant à limiter la journée de travail à dix et onze heures; mais leur discussion avait toujours été ajournée. En 1865, un membre de la Chambre des représentants, le major John W. Mahan, avait proposé de soumettre à la Commission de la Justice (1) un projet de loi limitant le nombre d'heures de travail : loi sévère, comportant des sanctions pénales rigoureuses. La Commission examina cette proposition, ainsi que divers autres projets de lois ouvrières, et dans le vœu qu'elle émit elle demandait qu'il fût dressé chaque année par les soins du Gouvernement une statistique des conditions d'existence et des besoins des classes ouvrières. Une autre Commission, nommée en 1866 pour étudier la question des heures de travail, concluait également à la nécessité d'une statistique du travail. Ainsi, dès 1866, le principe d'un office du travail était nettement posé. Mais la réalisation de ce projet se fit encore attendre deux ans; et, d'après M. Carroll D. Wright, à qui la plupart de ces détails sont empruntés, ce furent des considérations électorales, plus que les vœux des deux Commissions et du Congrès ouvrier de Baltimore, qui emportèrent la création de l'office.

La législature, en 1868 et 1869, avait rejeté plusieurs projets de loi sur la journée de huit heures et sur celle de dix heures. Une association de cordonniers, fondée sur le même principe que les associations de corps de métiers qui depuis sont devenues si puissantes aux Etats-Unis, la Société des Chevaliers de Saint-Crépin, avait adressé à la Chambre des Représentants une demande d'*incorporation* (analogue à notre déclaration d'utilité publique), et avait vu sa requête

(1) Aux Etats-Unis, dans la plupart des législatures, l'usage des commissions parlementaires permanentes est en vigueur.

Digitized by Google

repoussée. Ces divers actes avaient fort mécontenté le parti ouvrier; à l'approche des élections, la majorité sentit la nécessité de s'assurer ses suffrages. On se souvint alors des projets de 1866; et, par une loi du 22 juin 1869, l'Office du Travail *(Bureau of Statistics of Labor)* fut institué et organisé. Comme le disait M. Liégeard, dans l'intéressante étude qu'il a publiée en 1890 dans le journal de la Société de statistique de Paris, sur les Bureaux de statistique américains, du jour où les ouvriers furent devenus une puissance électorale, on se prit à penser à eux.

Quels que soient les motifs qui aient déterminé la création de cet Office, il faut reconnaître, avec M. Carroll Wright, que le moment était bien choisi. Dès les premières années, les services rendus furent considérables : les hommes qui composaient le bureau, aussi dévoués à leur œuvre de philanthropie que compétents dans leur métier de statistique, surent influencer d'une manière heureuse la législation ouvrière; et les divers partis étaient d'accord pour reconnaître l'avantage qu'il y avait à posséder, sur des questions aussi graves et aussi complexes, des données exactes et impartiales, seules capables de conduire à une solution équitable, et de dissiper l'obscurité favorable aux intérêts privés. Ces avantages, et les services effectifs rendus par le Bureau de statistique de Boston, décidèrent bientôt les autres Etats de l'Union à créer des offices analogues. La Pensylvanie eut le sien dès 1872, le Connecticut dès 1873, l'Ohio en 1877. Depuis cette date les bureaux de statistique se sont multipliés. Il en existe aujourd'hui dans vingt et un Etats.

La plupart de ces bureaux ont été organisés dans un même esprit. Ils doivent, dit la loi de Massachusetts, « réunir, classer, et publier chaque année, d'une façon méthodique, des données statistiques relatives à tout ce qui, dans la République, a trait au travail et à son organisation; en particulier, à l'éducation et à la condition hygiénique, sociale, commerciale et industrielle des classes laborieuses; et en général à tout ce qui intéresse l'avenir et la prospérité de l'industrie productive de la République » (1). Quand les bureaux de statistique ont assez de ressources pour pouvoir se conformer à ce vaste programme, leurs rapports sont souvent d'un grand intérêt. Parmi les mieux organisés, on peut citer celui de Pensylvanie qui, sous la direction d'un habile statisticien, le professeur Bolles, publie chaque année des statistiques fort bien faites, et des études, souvent complètes et approfondies, sur les questions à l'ordre du jour, et spécialement sur l'organisation ouvrière.

Mais il s'en faut que tous les offices du travail aient la même importance et la même valeur que les bureaux de statistique de Massachusetts et de Pensylvanie. L'organisation n'est pas la même partout; les crédits sont souvent insuffisants; de plus, la politique de partis — une des plaies de l'Amérique — est souvent un obstacle au bon fonctionnement de ces offices. La statistique est une science difficile, qui exige une grande compétence, une méthode rigoureuse et une longue continuité d'efforts; les bureaux du travail ne peuvent donner de résultats qu'autant que leur personnel est stable et bien recruté. A ce point de vue, d'importants progrès ont été réalisés depuis quelques années ; mais les premiers rapports de la plupart des bureaux sont pratiquement inutilisables. D'autre part, le défaut d'unité devait avoir des conséquences déplorables : sans une direction commune, il était à supposer que les résultats des diverses enquêtes ne seraient pas comparables entre eux, et l'on pouvait par suite craindre que, pour toutes les questions d'intérêt général, sortant des limites d'un Etat, ces efforts si considérables ne fussent rendus absolument stériles. A ce point de vue encore de grands progrès ont été réalisés. Depuis quelques années les chefs des bureaux d'Etat se réunissent annuellement en congrès pour discuter et se mettre d'accord sur le but à poursuivre et la méthode à employer; suivant leurs ressources, ils cherchent tous à se modeler sur l'organisation du Département du Travail de Washington.

Mais on est encore loin de la perfection : l'unité de méthode est à peu près réalisée, mais non l'unité de programme ; et tant que les bureaux d'Etat ne seront pas membres d'un même corps, ils mériteront les reproches que leur adressait M. Liégeard l'année dernière. Leurs attributions ne sont pas partout les mêmes : celui de Pensylvanie est chargé de la statistique industrielle; celui de Massachusetts élabore certains projets de loi ; celui de l'Illinois nomme les inspecteurs des mines, et fait exécuter leurs décisions. Leur composition n'est pas non plus partout la même, ni surtout la compétence de leur personnel. Enfin, les seuls Etats où les attributions des bureaux de statistique ouvrière comportent des sanctions pénales contre quiconque se refuserait à répondre à leur enquête, sont aussi ceux où les crédits alloués sont absolument dérisoires. Tout cela forme certainement un ensemble bien imparfait ; et l'on ne pourrait présenter la statistique ouvrière des Américains comme un modèle, s'il n'y avait, au-dessus des bureaux d'Etat, le Département du Travail de Washington, dont l'organisation et les méthodes d'investigation sont certainement dignes de toute notre admiration.

L'Office du Travail de Washington a été organisé en 1885, à la suite d'une loi du Congrès du 27 juillet 1884. C'était alors un simple bureau, dépendant du département de l'Intérieur, et ses ressources n'excédaient pas 125 000 francs par an (25 000 dollars). La direction en fut confiée à M. Carroll D. Wright, qui depuis 1875 dirigeait le bureau de statistique du travail de Boston, et qui, depuis lors, a été maintenu à la tête de cet important service. Par une loi du 13 juin 1888, le bureau fut entièrement remanié ; il fut rendu indépendant du département de l'Intérieur, et élevé lui-même au rang de département, de sorte que le Commissaire du Travail *(U. S. Commissioner of Labor)* ne relève que du Président. Son organisation intérieure fut augmentée, ses attributions définies ; son budget annuel dépasse aujourd'hui 150 000 dollars (750 000 francs). Sous la direction éclairée de M. Wright, le département est aujourd'hui en pleine prospérité.

Quelles sont les attributions du département du Travail ? La loi de 1888 spécifie qu'il doit « réunir et répandre parmi le peuple des Etats-Unis des informations utiles sur toutes les questions liées à celle du Travail, dans le sens le plus large et le plus général de ce mot ; et en particulier sur les relations du travail et du capital, sur les salaires, sur les heures de travail, et sur les moyens d'améliorer la condition matérielle, sociale, intellectuelle et morale des classes laborieuses. »

Un tel programme est large, et peut prêter à des interprétations bien différentes. Mais dès les premières années de leur existence, les bureaux d'Etat avaient abandonné la voie où voulaient les engager les chefs du parti ouvrier, et ils avaient renoncé aux discussions de doctrine, aux projets de loi sur l'amélioration du sort des ouvriers et l'organisation de la société en général, pour s'en tenir à la publication de statistiques, où ils cherchaient à réunir, suivant une méthode rigoureuse, des données précises. Ils avaient compris qu'un bureau officiel ne peut rendre de véritables services que s'il se dégage des discussions de parti, en évitant de donner des conclusions sur les points controversés ; s'il peut contribuer à hâter la solution équitable du problème social, ce n'est qu'en éclaircissant les points obscurs, fournissant à la discussion des arguments impartiaux, et laissant aux autres le soin de conclure. Si le travail du bureau est bien fait, la simple logique doit pouvoir déduire des faits exposés la conclusion équitable ; si les recherches ont été influencées par des préoccupations de doctrine, ou par des idées préconçues qui ne peuvent manquer d'influer sur la conclusion, le travail de statistique risque d'en être faussé. D'autre part, les efforts du bureau, contestés par tous ceux qui a priori n'approuvent pas ses conclusions, risquent d'être frappés de stérilité.

L'Office de Washington a, depuis sa création, adopté ces principes. Dans une conférence faite il y a deux ans à l'Association américaine de la Science sociale, son chef déclarait que les offices du travail doivent se proposer un but élevé : contribuer à l'éducation du peuple par la diffusion d'idées saines sur les conditions de la production ; et qu'ils ne peuvent remplir ce rôle que par un travail de statistique pure, conduit avec impartialité et avec courage, sans souci des conclusions, quelles qu'elles soient, qui doivent se dégager des résultats. Le département du Travail ne publie que des statistiques : des tableaux admirablement présentés, accompagnés d'un court texte explicatif. Agir autrement, c'eût été, suivant une expression quelque peu hardie de M. Wright, un suicide statistique.

Il faut ajouter que par cette méthode le Département s'est acquis la confiance de tous les partis, des patrons comme des organisations ouvrières. On doit le reconnaître : les ouvriers américains sont plus éclairés, plus développés que les nôtres. En France, les journaux nous apprenaient il y a quelques jours que les Chambres syndicales avaient refusé de fournir aucun renseignement à l'Office du Travail, récemment organisé à Paris, sous prétexte qu'on s'était passé d'ouvriers pour le constituer. Rien d'analogue en Amérique. Les *Unions* ont compris qu'à elles aussi, des chiffres exacts étaient indispensables; que c'étaient des chiffres, et non des théories, ou des programmes de revendications, qu'il fallait demander à un bureau de statistique du travail ; et que pour réunir des chiffres sur des questions aussi délicates, il faut, non des artisans, mais des experts. Elles ne demandent qu'une chose au Département : des travaux complets et impartiaux. Et les chefs du parti ouvrier sont d'accord avec les économistes pour accorder à M. Wright leurs félicitations et leurs remerciements.

Quant aux sujets sur lesquels doivent porter les enquêtes du Département, toute liberté est laissée au Commissaire du Travail. C'est affaire à lui de choisir, selon les circonstances et l'état des esprits, les questions sur lesquelles il peut être plus avantageux de jeter quelque lumière. Il est toutefois des cas où l'Office peut être saisi d'une question par le Congrès, et où son champ d'action se trouve ainsi tracé d'avance.

De plus, la loi de 1888 a imposé au Commissaire du Travail trois charges assez lourdes. En premier lieu, le Département doit aider à la préparation des tarifs douaniers en publiant, toutes les fois qu'il sera nécessaire, un rapport sur les prix de revient, dans les principaux pays de production, et aux Etats-Unis, des divers produits imposables, en y joignant une étude sur la condition des ouvriers occupés à ces diverses industries, sur leurs salaires et les modes de paiement, enfin sur le coût de leur existence. La modification du régime douanier est depuis deux ans une des grosses préoccupations du gouvernement américain, et le Département du Travail vient de publier, en juillet 1891, un rapport volumineux, intitulé : *Cost of production* (prix de revient), plein d'informations utiles sur les prix de revient et la condition des ouvriers, pour les industries minérales et textiles, en Amérique et en Europe.

En second lieu, la loi de 1888 oblige le département à publier, tous les deux ans au moins, la statistique industrielle des Etats-Unis. On se flatte ainsi d'éviter les crises industrielles (*industrial depressions*), si fréquentes aux Etats-Unis, et qui ont fait l'objet de la première enquête du département du travail. Il est permis de se demander si ce n'est pas un espoir chimérique, et si les crises n'ont pas d'autres causes que l'ignorance de la situation exacte du marché et de la production de chaque industrie. D'ailleurs, la statistique dût-elle avoir une influence salutaire, il y a bien des chances pour qu'elle paraisse après la fin de la crise.

Enfin, le département doit intervenir pour faire des enquêtes sur toutes les grèves qui se présenteraient avec un caractère exceptionnel de gravité. On pense déterminer ainsi une prompte solution, par la pression de l'opinion publique, qui ne peut manquer de

(1) Le mot République s'entend ici d'un Etat particulier.

Digitized by Google

se manifester avec énergie, dès que les faits seront exposés d'une manière impartiale et approfondie. Ici encore on peut craindre que la confiance du Congrès ne soit exposée à de graves mécomptes, et que l'intervention d'un organe officiel ne soit dans la plupart des cas plus nuisible qu'utile.

Le département n'est d'ailleurs jamais intervenu : la loi ne l'oblige à commencer l'enquête qu'en cas de grève menaçant la prospérité de divers Etats ou de l'Union tout entière; ces termes ont été assez larges pour permettre, dans tous les cas qui se sont présentés jusqu'à ce jour, une sage abstention.

Pour s'acquitter d'un aussi vaste programme, le département du travail a besoin d'un personnel nombreux, car toutes ses enquêtes sont faites par des experts, qui réunissent sur place, de visu, les documents. M. Wright n'a aucune confiance dans les enquêtes par circulaires. En Amérique, comme dans le « vieux pays », d'ailleurs, les gens à qui on s'adresse se soucient en général fort peu de la statistique; ou bien ils n'ont pas le temps de remplir avec soin les imprimés, ou bien encore ils ne comprennent pas l'esprit dans lequel est rédigé le questionnaire. Les instructions sont forcément sommaires; elles ne peuvent prévoir tous les cas particuliers; et ceux qui les rédigent, après avoir longuement étudié le sujet de l'enquête et s'être pénétrés des points essentiels à approfondir, n'imaginent pas que telle phrase parfaitement claire à leur sens puisse éveiller des interprétations différentes et paraître à certains esprits obscure ou incompréhensible.

Les réponses à de pareilles enquêtes, quand elles sont rédigées avec soin — ce qui est rare — donnent des résultats peu comparables, en tous cas impossibles à contrôler. Les enquêtes ne sauraient donc être exactes; elles sont d'ailleurs incomplètes : l'expérience des premiers bureaux d'Etat en fait foi. L'office de Washington n'accepte pour la statistique que les documents recueillis par les observations personnelles des experts.

Le personnel se compose, outre le commissaire du travail, d'un chef de division (*chief clerk*) aux appointements de 2 500 dollars (12 500 francs), de trente employés (*clerks*), répartis en cinq classes, et de quatre copistes. Les quatre employés de la classe supérieure sont les chefs du travail de statistique (*statistical experts*); les autres sont répartis entre les divers services : deux d'entre eux sont sténographes et sont chargés de la correspondance, sous les ordres directs du chef de division; deux autres sont chargés de l'expédition des circulaires et des rapports; la comptabilité — car le département a son budget spécial — en occupe un; d'autres sont attachés au magasin et au service des fournitures; les autres, enfin, sont occupés aux calculs, aux traductions, à la correction des épreuves, etc. Enfin, le département possède une petite imprimerie occupant deux ouvriers, ce qui lui permet de se procurer, sans recourir à l'Imprimerie nationale, les circulaires ou les instructions pressées.

Tous ces agents sont occupés à la mise en œuvre des documents. Le travail d'investigation et de recherche des documents (*field work*) est confié à vingt experts permanents (*special agents*), ainsi qu'à des experts temporaires, en nombre variable, rétribués au moyen de crédits supplémentaires. Le personnel du bureau, en y comprenant les agents temporaires, a varié durant ces dernières années de 70 à 90 employés.

Ainsi le principe de la division du travail a présidé à l'organisation de l'office. L'enquête est confiée aux *agents*, la statistique aux *clerks*. Il est un autre point auquel M. Wright a consacré tous ses soins : le travail de l'enquête est organisé de façon qu'une même méthode, une même pensée, préside à la réunion des documents.

Les enquêtes sont préparées par le commissaire du travail et son chef de division, M. Weaver. Ensemble, ils établissent les questionnaires que les agents devront remplir, les instructions à joindre à ces questionnaires. Mais une fois partis en mission, avec ces documents, les agents ne sont pas livrés à eux-mêmes : ils restent en relation constante avec le département. Chaque fois qu'un questionnaire est rempli, il est envoyé au *chief clerk;* celui-ci l'examine et, s'il le juge nécessaire, le renvoie à l'agent, annoté à l'encre rouge, avec demande de renseignements complémentaires ou de justifications. On n'admet un renseignement que si l'on est sûr qu'il a été recueilli dans l'esprit général de l'enquête.

On se rendra compte de la précision de ces enquêtes par le détail suivant : au point de vue des salaires, les agents n'acceptent que les chiffres relevés par eux-mêmes sur les carnets de paye, au lieu d'accepter pour valeur du salaire moyen le chiffre généralement donné par les industriels, qui résulte du quotient du total des salaires par le nombre des journées de travail du mois; ils s'attachent à rechercher pour tous les ouvriers d'une même feuille de paye le nombre des journées de travail fournies durant le mois, et durant l'année, de façon à obtenir non le prix payé pour une journée de travail, mais le revenu moyen des ouvriers. La même précision préside à tous les détails de l'enquête. Il est heureux pour le département que la plupart des industriels américains aient l'esprit assez large pour mettre à la disposition de ses agents leurs livres de fabrication et de comptabilité; car le département ne possède aucuns pouvoirs pour se faire délivrer des renseignements, ni pour recevoir sous serment, comme le voulait un projet de loi, les dépositions des témoins, avec des sanctions pénales rigoureuses.

Le travail du bureau est préparé d'avance comme celui de l'enquête; des formules ont été distribuées pour les calculs; les tableaux sont prêts pour recevoir dans leurs colonnes les résultats de ces calculs. Les questionnaires envoyés par les agents sont dépouillés, et les calculs effectués par un premier groupe de *clerks;* un second travail consiste à vérifier les calculs précédents; un troisième groupe est chargé de dresser les tableaux statistiques. Le texte qui accompagne et explique ces tableaux est rédigé par le commissaire et son *chief clerk*.

Au cours de l'impression, on se livre à une nouvelle vérification des calculs. Lorsqu'il ne reste plus d'erreurs typographiques, on reprend tous les calculs, sans exception; on collationne de nouveau les tableaux; ce n'est qu'après ce dernier travail qu'on donne le bon à tirer.

Avec une pareille puissance d'information et une méthode aussi rigoureuse, les enquêtes du département ne peuvent manquer d'être fort remarquables. Les rapports publiés jusqu'à ce jour sont pleins de données du plus haut intérêt, pour quiconque s'intéresse à la situation économique et industrielle des Etats-Unis, et à la question sociale en général.

Le premier de ces rapports, préparé en 1885 et 1886, traite des crises industrielles, si fréquentes aux Etats-Unis. Le deuxième traite du travail des détenus : c'est une question qui préoccupait beaucoup l'Amérique; les associations ouvrières étaient absolument hostiles à ce travail gratuit, qu'elles accusaient de déprécier les salaires; l'enquête a établi que le travail des détenus faisait au travail libre une concurrence infime, incapable d'influer sur le taux des salaires.

Le troisième rapport traite des grèves antérieures à 1886. Le quatrième, de la condition des ouvrières dans les grandes villes : pour cette enquête, le Département avait employé, comme agents temporaires, deux femmes. Le cinquième rapport traite de l'organisation du travail dans les chemins de fer. Un rapport supplémentaire avait été publié, à la demande du Congrès, sur les mariages et les divorces.

Enfin, en juillet 1891, a paru le grand rapport sur les prix de revient. Ce travail considérable est plein de renseignements précieux sur l'industrie européenne, aussi bien que sur celle des Etats-Unis. Pendant les deux années qu'a duré l'enquête, le Département avait en Europe six agents, dont deux en Angleterre. Tous les éléments du prix de revient ne sont pas examinés : on a dû laisser de côté l'intérêt et l'amortissement du capital de premier établissement, trop variables d'une usine à l'autre, le loyer du terrain, les frais d'assurance et les frais de transport des produits manufacturés aux lieux de livraison. Ces divers éléments, essentiels au point de vue commercial, offrent un intérêt seconduire pour une enquête sur les frais de transformation des produits naturels, faite à un point de vue fiscal. Les évaluations comprennent le prix des matières premières, les frais de main-d'œuvre, le traitement du personnel, les approvisionnements, les réparations et les impôts. Parallèlement à ces éléments du prix de revient sont indiqués, pour les ouvriers des diverses industries, les salaires et le coût de l'existence. Tous ces renseignements sont réunis avec infiniment d'ordre, de méthode et d'exactitude, et mis en œuvre d'une façon vraiment admirable.

Actuellement, diverses enquêtes se poursuivent. Les prochains rapports traiteront de trois sujets d'une importance capitale : les logements économiques (*Building Societies*), les écoles industrielles, et la question si controversée des prix dans leur relation avec les salaires. De plus, l'enquête sur les prix de revient, qui doit faire l'objet de rapports bisannuels, se poursuit activement. Le 23 novembre dernier, à la réunion de la Réforme sociale, M. Gould, délégué du bureau du travail en Europe, a entretenu ses auditeurs de l'enquête qu'il vient d'achever en Angleterre, en France, en Allemagne, en Belgique, en Autriche, en Espagne et en Italie. Il est resté deux ans et demi dans nos pays, parcourant, avec ses sept délégués adjoints, plus de cent établissements industriels, étudiant les prix de revient des matières de première nécessité, et la condition des travailleurs. Les résultats généraux de son enquête, tels qu'il les a exposés dans sa conférence, ne peuvent se résumer ni se discuter en quelques lignes; mais, d'avance, des enquêtes conduites avec un pareil soin, d'une façon aussi large, s'imposent à notre attention et à nos éloges.

Bien des gens sont disposés à voir en noir l'avenir de la question sociale aux Etats-Unis. La puissance formidable des associations ouvrières, la haine profonde qu'a créée entre les classes — dans ce pays où devrait fleurir l'égalité — l'accumulation rapide de fortunes prodigieuses dans un petit nombre de mains, la conduite des patrons, qui répondent à des coalitions par des coalitions plus puissantes encore, et qui entament contre le parti ouvrier des luttes où les haines s'avivent, tout cela fait craindre à certains esprits qu'un jour il n'éclate aux Etats-Unis une formidable guerre civile, auprès de laquelle, comme on l'a déjà dit, 93 ne sera qu'une idylle. Peut-être. Mais s'il est vrai que la lumière, répandue dans le peuple, est un agent de paix, et que l'opinion publique, éclairée par la connaissance exacte des faits, peut par sa pression hâter la solution équitable des luttes entre le capital et le travail, on peut au contraire espérer que la situation s'améliore rapidement aux Etats-Unis. Car il n'est pas de pays où il se dépense plus d'efforts, dans un esprit plus libéral et suivant une meilleure méthode, pour vulgariser la connaissance exacte et détaillée de tous les facteurs du problème social.

E. DE BILLY,
Ingénieur au corps des Mines.

CONSTRUCTIONS CIVILES

MAISON A DOUBLES PAROIS
avec chauffage à l'intérieur des murailles.

La maison d'habitation a été déjà, à plusieurs reprises, comparée à un vêtement fixe assez vaste dans lequel nous pouvons nous mouvoir. Cette comparaison très juste indique que les qualités qu'il faut rechercher dans nos habitations, au point de vue des conditions hy-

Digitized by Google

giéniques, spécialement en ce qui concerne le chauffage et l'aération, sont celles que l'on réclame du vêtement lui-même.

La maison doit donc être chaude et perméable à l'air. Elle doit être chaude, c'est-à-dire formée de matériaux mauvais conducteurs de la chaleur, et nous devons y trouver un moyen de compenser à notre profit le refroidissement extérieur lorsque la température l'exige. Elle doit être perméable à l'air pour que nous soyons placés dans un milieu toujours renouvelé et pour que toutes les parties qui la composent soient toujours baignées dans l'air atmosphérique dont l'action oxydante est l'agent d'assainissement le plus efficace.

Au point de vue du chauffage, on est maintenant d'accord à reconnaître que l'air atmosphérique, cet aliment de tous les instants, ne peut sans inconvénient grave être chauffé à une température supérieure à celle à laquelle nous devons le respirer, qu'il faut se garder de modifier la constitution de l'atmosphère naturelle et que les conditions les plus parfaites seraient obtenues si on pouvait respirer de l'air froid dans un milieu chaud.

Or, il est possible d'atteindre ce résultat.

Pour compenser le refroidissement extérieur, l'on peut, en effet, trouver une source de chaleur ailleurs que dans l'air que nous respirons. Nous sommes dans nos habitations soumis non seulement à l'influence calorique de l'air dans lequel nous vivons, mais aussi à celle des objets qui nous entourent. Dans nos maisons aux dimensions restreintes, nous nous trouvons près de parois, près de meubles dont la température agit sur nous. Nous sommes dans les conditions d'un thermomètre influencé par tous les contacts et tous les rayonnements, et qui indique, non pas la température du milieu dans lequel il est suspendu, mais la résultante thermométrique de tous les effets calorifiques agissant sur le point où il est placé.

L'homme peut donc demander la source de chaleur artificielle dont il a besoin, soit à l'air qui le touche, soit au rayonnement des objets qui l'entourent. Il peut se placer dans de l'air artificiellement chauffé qu'il doit respirer; c'est le cas des calorifères à air chaud, que l'hygiène condamne. Il peut, au contraire, suffire à sa dépense de chaleur par le rayonnement de murs ou d'objets chauds placés à sa portée. Il peut enfin se servir simulanément des deux actions ou choisir celle qui lui semble le plus conforme aux exigences de son bien-être et de l'hygiène.

Au point de vue de l'aération, l'effet hygiénique résultant sur toutes choses d'une pénétration abondante de l'air atmosphérique n'est pas à démontrer; quoique difficile à analyser dans ses causes, il est indiscutable dans ses résultats. L'aération s'impose, non seulement pour satisfaire aux exigences calculées de notre respiration, mais aussi

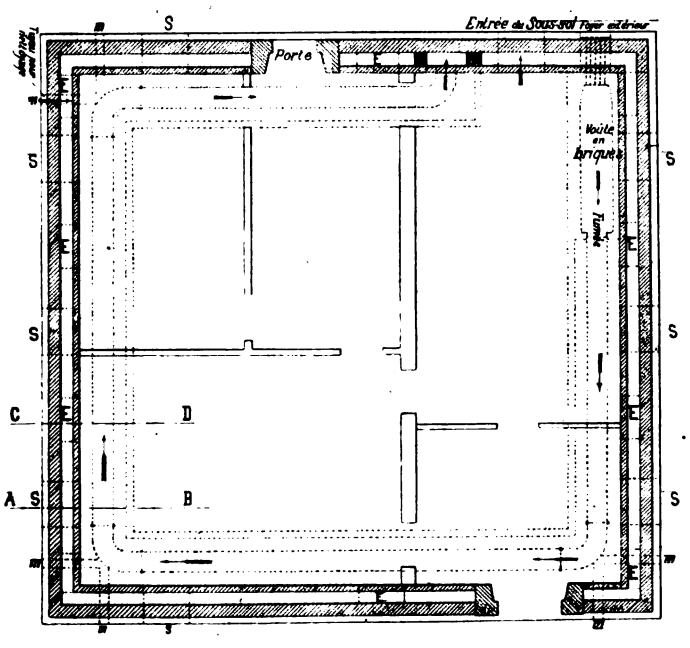


FIG. 1. — Plan de la maison à doubles parois avec chauffage à l'intérieur des murailles.

pour purifier tout ce qui nous touche et tout ce qui nous entoure. Nos vêtements, nos meubles, les matériaux qui composent nos demeures doivent être soumis au contact incessant de l'air renouvelé, sans aération continue, il n'y a pas de salubrité à concevoir ni d'hygiène à espérer.

Nous inspirant de ces idées, dont notre éminent maître, M. Emile Trélat, s'est fait depuis longtemps le défenseur, nous avons construit, il y a quelques années, à Creil (Oise), une maison d'habitation où nous avons cherché à réaliser, en ce qui concerne l'aération et le chauffage, les conditions les plus parfaites, pour atténuer, autant qu'il était possible les effets résultant d'une situation mauvaise que des circonstances particulières rendaient inévitables.

En voici une courte description :

L'habitation est un pavillon isolé comportant 2 étages et 1 comble servant de hall.

Les murs creux ont 55 centimètres d'épaisseur totale ; ils sont fermés extérieurement par un mur en briques de 22 centimètres et intérieurement par un mur en briques de 11 centimètres. Il reste donc un vide d'environ 20 centimètres à 22 centimètres dans l'épaisseur du mur, de telle sorte que toute la maison est doublée et qu'on peut la considérer close extérieurement par deux enveloppes placées l'une dans l'autre.

Les murs du sous-sol sont pleins, mais présentent à leur partie haute, près du plafond, sur tout leur pourtour intérieur, des orifices d'entrée qui correspondent avec le vide des murs. Une cloison intérieure contournant tout le sous-sol forme un vaste couloir fermé en avant des orifices d'introduction des murs creux. Ce couloir est mis en communication directe avec l'extérieur, sur toutes les faces de la maison, par de grands orifices établis à environ 1m50 du sol.

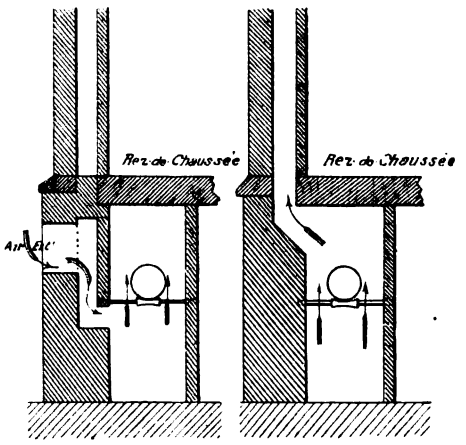


FIG. 2. — Détails de l'installation.

A l'intérieur du couloir, un tuyau de chauffage, qui dans le début contenait de l'eau chaude et qui a été remplacé depuis par une circulation de fumée, permet d'élever la température de l'air qui doit passer dans l'épaisseur des murs.

Cet air chaud, après avoir circulé dans le mur extérieur de l'habitation, contribue au chauffage de quelques pièces secondaires, notamment d'un hall établi dans les combles. L'air extérieur est admis dans les pièces par des orifices naturels, sans avoir subi aucune préparation, et est évacué par des cheminées spéciales à chaque pièce.

Voici maintenant quelques constatations.

a) La température de l'air circulant à l intérieur des murs varie de 45 à 50° centigrades.

b) La température des murs, mesurée sur leur surface interne se maintient dans les limites de 30 et 36° au rez-de-chaussée.

Les murs n'accusent donc au toucher aucune sensation de chaleur et, quelles que soient les variations de la température extérieure, l'écart intérieur constaté sur les murs n'a pas dépassé 6°.

c) La température des murs décroît d'environ 1° par mètre de hauteur, ou plus exactement de 3° par étage, c'est-à-dire que lorsque la surface des murs accuse 35° au rez-de-chaussée, il y a environ 32° au 1er étage. Dans ce cas, l'air émis dans le comble, à la sortie du mur creux, a environ 40°.

d) Malgré une situation des plus humides, l'intérieur de l'habitation est d'une grande sécheresse et forme contraste avec les maisons voisines.

Il a même fallu réagir contre la trop grande siccité de l'air intérieur et des murs, et nous avons trouvé un correctif suffisant dans l'usage de plantes vertes, en assez grand nombre, placées à l'intérieur des appartements.

e) L'air qui entre par les orifices naturels ne subit aucune préparation ; il est donc absolument froid. Cependant, un thermomètre suspendu au milieu de chaque pièce n'a jamais accusé moins de 14° avec les fenêtres fermées et moins de 8° avec les fenêtres entièrement ouvertes. Cette observation montre que le thermomètre subit l'influence du rayonnement des murs.

f) L'habitation intérieure est, au point de vue de la température intérieure, d'un séjour très agréable. Quoique chaque pièce soit pourvue d'une cheminée, il n'est jamais besoin (sauf le cas que nous allons citer) de recourir à ce chauffage supplémentaire.

g) Toutefois, dans une pièce servant de salle à manger, dont deux grandes fenêtres sont ouvertes toutes la matinée jusqu'au moment du repas, il se produit, lorsque la température est basse, un refroidissement de la surface interne, qui rend momentanément le chauffage insuffisant. Il faut quelquefois allumer, d'ailleurs, pendant très peu de temps, du feu dans une cheminée pour permettre le réchauffement intérieur et rendre agréable le séjour de la pièce.

h) Il est à remarquer que les déperditions de chaleur des murs étant compensées, il suffit d'une très petite dépense de combustible dans une cheminée pour amener un prompt échauffement de l'air de la salle.

En résumé, l'expérience que nous avons tentée, rend évident ce fait : qu'il est possible d'habiter en toutes saisons une pièce où il n'existe d'autre chauffage direct que celui provenant du rayonnement des murs. Elle démontre qu'une température très peu élevée des murs suffit pour assurer le bien-être intérieur. Elle prouve enfin qu'il est nécessaire d'avoir recours à certaines précautions pour que l'émission directe de l'air froid ne puisse devenir une cause de gêne à l'intérieur de l'habitation.

Il est, en effet, indispensable, pour éviter l'ouverture trop fréquente des fenêtres, qui, par leur grande section, occasionnent un refroidissement de la surface interne des murs, et troublent pendant quelques instants le fonctionnement général, d'avoir des orifices permanents de communication avec l'extérieur.

Digitized by Google

Ces orifices doivent être placés à la partie haute, au-dessus de la région habitée. Ils doivent être disposés de telle façon que l'air introduit perde sa force vive en entrant et se mélange aussi intimement que possible avec l'air des locaux.

Nous avons voulu citer une expérience faite sur une installation qui prouve qu'il y a dans la question du chauffage de nos habitations, une voie nouvelle dans laquelle il n'est pas téméraire d'entrer.

Nous nous sommes contenté de citer des faits dont chacun pourra trouver la conclusion, et nous serions heureux si l'essai que nous avons réalisé pouvait servir de point de départ à des expériences plus complètes.

Ch. SOMASCO,
Ingénieur civil, à Creil (Oise).

MINES

ABATAGE A LA MINE D'UN MASSIF DE 80 000 MÈTRES CUBES

à Brest, en novembre 1891.

En vertu de la loi du 11 juillet 1889, le Ministre de la Marine mettait en adjudication, à Brest, en novembre 1889, la construction de deux jetées d'abri pour la création d'une rade de refuge.

M. Alfred Beynel était déclaré adjudicataire et s'associait ultérieurement M. Alfred Tessier pour l'exécution de cet ouvrage.

L'entreprise comprenait tous les travaux et fournitures (à l'exception des dragages et de la fourniture de ciment) nécessaires à la construction des deux digues, constituées par un soubassement en enrochements de toutes grosseurs, revêtus du côté du large de gros blocs naturels dont le poids varie de 500 à 10 000 kilogr., et qui ont pour but d'empêcher les érosions de se produire sous l'effet des lames violentes.

Le massif des enrochements varie entre 8 et 18 mètres de hauteur totale ; sa base atteint près de 65 mètres dans différents endroits.

La dépense totale prévue pour ces ouvrages se chiffre par la somme de 10 000 000 francs environ. Les enrochements, petits et grands, entrent pour près de 4 millions dans cette somme et représenteront un volume d'à peu près un million de mètres cubes.

Le projet général, élaboré par les Ingénieurs de Brest, a été définitivement arrêté par M. Henri Bernard, l'éminent inspecteur général des travaux hydrauliques. Ces travaux sont exécutés sous l'habile direction de M. Jenner, directeur des travaux hydrauliques, Willotte, sous-directeur, Monin, conducteur principal, Le Coz et Blouin, conducteurs.

Après une année employée à la création du matériel spécial qu'il a fallu construire, les travaux sont aujourd'hui en pleine activité : deux cent mille mètres cubes d'enrochement sont déjà versés en mer.

Tous les matériaux nécessaires à ces constructions sont extraits tout d'abord, puis chargés en wagons et versés dans des porteurs à vapeur, lesquels les mouillent aux endroits utiles.

Par suite de la nécessité de produire de gros blocs et dans le but de donner plus de vigueur à leurs chantiers, les entrepreneurs ont dû procéder à leurs déblais *par grosses mines* et mettre en mouvement des masses qui ont parfois atteint plus de 100 000 mètres cubes et l'énorme poids de 18 000 kilogr. de poudre.

Le dimanche 8 novembre dernier, ils tiraient leur huitième mine, dont nous allons dire quelques mots plus loin ; les précédents ont fourni un rendement de 22 000 à 70 000 et 80 000 mètres cubes environ.

Le rendement de ces opérations est très variable ; mais le résultat obtenu a, lui aussi, considérablement varié. En général, les tirs qui ont le plus rendu sont ceux dont le travail subséquent a été le plus onéreux : la masse était simplement bouleversée et restait en énormes blocs, qu'il fallait diviser ensuite par des pétards.

Ces travaux s'exécutant à proximité de divers ateliers et cales de construction, dans le voisinage des navires, ont obligé MM. Beynel et Tessier à sacrifier constamment le coefficient de charge, afin d'éviter, dans la mesure du possible, des accidents matériels qui pouvaient être considérables. Si l'on ajoute que la consistance du rocher est très différente d'un point à l'autre d'une même carrière, on s'expliquera l'écart des résultats notés plus haut.

D'ailleurs, ces écarts se sont produits un peu partout où l'on a fait usage des grosses mines : à Cherbourg, le chiffre moyen a été de 2^{m3} 76 par kilogramme de poudre, variant de 1^{m} 50 à 6 mètres ; à Brest, où on a obtenu précédemment, lors de la construction du port de commerce, des résultats analogues : le rendement a parfois été de 9 mètres cubes.

Le procédé des grosses mines est d'application relativement récente. Il est dû, croyons-nous, à MM. Dussaud et Robattu, qui s'en sont servis pour la première fois dans leur entreprise du port d'Alger ; ils bouleversaient les falaises calcaires pour en extraire les enrochements dont ils avaient besoin pour leurs travaux. Ils ont également utilisé ce procédé à Marseille, pour la construction du port de la Joliette ; à Cherbourg, lors de la construction du bassin Napoléon III.

Depuis, et simultanément, Brest en a fait usage sur une très large échelle, soit pour la construction du port de commerce, soit dans l'arsenal, pour la création de divers travaux.

L'Italie s'en est servie pour la construction des ports de Savone et Gênes, et l'Amérique, pour la destruction du fameux îlot la « Porte d'Enfer », qui causait une si grande gêne dans la rade de New-York (1).

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VII, n° 18, p. 283 et tome VIII, n° 3, p. 42.

A défaut de formules précises permettant de calculer, pour ce genre de travail tout particulier, les charges des fourneaux, en fonction de la ténacité du rocher, de sa ligne de moindre résistance et de la force d'expansion des gaz de la poudre, MM. Beynel et Tessier ont cherché dans les ouvrages spéciaux, les divers mémoires publiés sur la matière, des données qui leur permettraient d'en tirer des règles simples susceptibles de les conduire à une approximation suffisante pour éviter les insuccès et obtenir un résultat satisfaisant.

Pour le rocher auquel ils avaient affaire, et qui était au cas particulier du gneiss schisteux, en tenant compte des précédents, ils sont arrivés aux principes empiriques suivants :

1° Lorsque la mine ne doit avoir qu'un fourneau, si l'on coupe le rocher dans un sens perpendiculaire ou oblique au clivage, on doit ménager entre le centre du fourneau et le front de carrière, une distance au moins égale à la hauteur de rocher qui surmonte ce centre, afin d'empêcher que la partie de rocher qui correspond à la chambre des poudres ne glisse entre ses lits, ne fasse tiroir, et ne soit violemment projetée en avant.

Lorsque le clivage est parallèle au front de carrière et que l'on ne se trouve point trop près de constructions, le rapport de la base à la hauteur peut être de 3 à 4.

2° Lorsque la mine comporte plusieurs fourneaux, la distance qui sépare ceux-ci doit être sensiblement égale à la hauteur qui les surmonte, de telle façon que les entonnoirs qui résultent de l'explosion se coupent et laissent entre eux le moins de rocher qui n'ait point été touché.

Pour la distance au front de carrière, on doit tenir compte des considérations indiquées plus haut pour la direction du clivage par rapport au front de carrière.

3° Afin de faciliter le renversement de la masse en avant, on devra laisser au front de carrière le moins d'inclinaison possible. Lorsqu'on craindra ce renversement, on devra, au contraire, augmenter ce talus.

Dans ces conditions, le travail de la mine est sensiblement le suivant :

1° Dans le cas d'un seul fourneau, la masse bouleversée, au front de carrière, a une longueur mesurée au milieu des talus droit et gauche égale à la hauteur de la montagne.

Dans le sens transversal, la sphère de compression intérieure a un rayon a (fig. 1) égal au quart de la hauteur qui surmonte son centre (foyer des poudres) soit $a = \frac{b}{4}$.

Le talus limite de l'explosion, en arrière, est limité par un plan tangent à la sphère de compression intérieure et faisant avec l'horizontale un angle d'environ 74°. Cet angle doit nécessairement varier suivant la nature du roc et son clivage ;

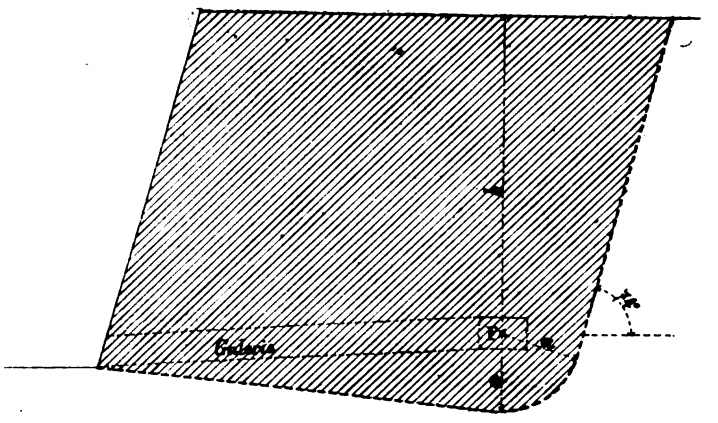


FIG. 1.

2° Dans le cas de deux fourneaux, la masse bouleversée, au front de carrière, a une longueur (mesurée au milieu des talus droit et gauche) double de la distance qui sépare les fourneaux. Dans le sens transversal, le travail produit est le même que lorsqu'il n'y a qu'un seul fourneau.

Ces éléments étant déterminés, l'entreprise procède à l'évaluation du cube à soulever et leur applique des coefficients variables suivant les cas, la dureté supposée du rocher, le voisinage des constructions, le travail plus ou moins complet à exécuter, la position plus ou moins engagée du fourneau considéré.

C'est par application de ces procédés empiriques, qui ont jusqu'à présent donné des résultats satisfaisants, que la mine tirée le 8 novembre dernier a été tracée et que ses charges ont été calculées.

Comme ses devancières, ses galeries et ses chambres de poudre ont été creusées à la poudre ou à la dynamite suivant le degré d'humidité du rocher ; on a procédé pour leur percement par petits pétards de 100 à 300 grammes d'explosifs contenus dans des trous perforés à la masse-couple, par deux mineurs naturellement.

La poudre a été mise en place en deux fois : les fourneaux 1 et 3 ont été chargés le 28 octobre ; puis on a immédiatement commencé le bourrage en maçonnerie de moellons hourdée au ciment. Ce bourrage a été conduit avec du mortier jusqu'à 4 mètres en retour dans la galerie principale, en ménageant un petit caniveau pour les eaux qui étaient très abondantes ; le surplus, jusqu'à 2 mètres des premières branches, a été bourré en pierres sèches bien assujetties ; enfin on a fini en maçonnerie hourdée de ciment les 2 mètres restants pour atteindre les premiers rameaux. Le 2 novembre, les fourneaux 2 et 4 ont reçu

Digitized by Google

leur poudre ; on a repris ensuite le bourrage en maçonnerie de ciment et on l'a ainsi conduit jusqu'à l'embouchure de la galerie principale.

Il n'est pas douteux qu'en procédant de la sorte, l'entreprise ne fasse une trop grosse dépense de bourrage ; la longueur de ce dernier pourrait être réduite dans d'assez larges proportions. Cependant MM. Beynel et Tessier n'ont point voulu le faire en présence des dangers qu'un débourrage pourrait faire courir aux constructions éparses dans un assez grand rayon, aux personnes mêmes attirées sur les lieux, le jour du tir, par une légitime curiosité.

La poudre logée dans ses barils, est simplement déposée sur un plancher isolé du sol par crainte de l'humidité. Les barils empilés les uns sur les autres restent fermés ; seul, celui destiné à recevoir les amorces est avivé. Quand tous les barils sont mis en place, une petite charpente qui les recouvre, reçoit quelques bandes de papier bitumé dans le but d'empêcher l'eau tombant du plafond des chambres de mouiller les poudres.

Jusqu'à cette dernière mine, l'appareil d'inflammation était constitué par une canalisation électrique établie en circuit direct ; le courant se rendait successivement dans chaque chambre et faisait détoner les capsules. Une machine électro-statique à plateau d'ébonite et bouteille de Leyde fournissait l'étincelle aux amorces de tension.

A la suite d'irrégularités dans le fonctionnement du procédé lors des essais préalables, MM. Beynel et Tessier ont définitivement abandonné leur première méthode ; ils ont établi sur le circuit principal autant de dérivations qu'ils avaient de foyers, et dans les foyers mêmes les amorces ont été mises en dérivation sur le circuit dérivé. Une pile puissante composée de 30 éléments au bichromate de potasse a servi au tir ; les amorces de tension ont été remplacées par celles à fil de platine.

Par mesure de précaution, des mèches Bickford avaient été déposées près des conducteurs électriques, dans la même gaîne en bois, pour parer au cas peu probable où l'installation électrique ne fonctionnerait pas.

A 8 h. $^1/_2$, heure fixée pour le tir (la pile donnait 68 volts et 6 ampères), le commutateur fermait le circuit, on sentait une légère secousse, la montagne se soulevait en se crevassant de toutes parts, puis s'écroulait avec un bruit de pierrailles roulant les unes sur les autres. Pas une projection ne s'était produite ; c'était un spectacle vraiment saisissant.

Le volume remué, calculé d'après les traces relevées sur le terrain, a été d'environ 80 000 mètres cubes, dont une bonne partie devra, comme nous l'avons indiqué plus haut, être tout naturellement débitée par de petites mines. C'est cependant une des meilleures mines que l'entreprise ait tirées, et l'une de celles qui lui ont donné le meilleur rendement.

Ces quelques détails montrent que nos entrepreneurs français, dans les gros travaux d'abatage par les explosifs n'ont rien à envier, comme puissance et comme précision, aux entreprises étrangères les plus hardies, même à celles des Etats-Unis qui ont acquis une renommée particulière. Le cas que nous venons de relater fait honneur à MM. Beynel et Tessier qui ont su le mener à bien, sans erreur ni accident, avec un rendement effectif considérable.

Max de NANSOUTY.

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques.

Parmi les nominations ou promotions qui viennent d'être faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, à l'occasion du 1er janvier et de l'Exposition de Moscou en 1891, nous relevons les suivantes :

Au grade de commandeur.

M. GUILLEMAIN, Inspecteur général des Ponts et chaussées, directeur de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées.

Au grade d'officier.

MM.

DARBOUX, doyen de la Faculté des Sciences, membre de l'Institut.
DAUMET, président de la Société centrale des Architectes français, membre de l'Institut.
DRU (Léon), secrétaire général de l'Exposition de Moscou.
EDOUX (Léon), Ingénieur-constructeur à Paris.
LIÉBAUT (Arthur), Ingénieur des Arts et manufactures. Président du comité des mécaniciens. Membre du comité des Arts et manufactures.
MASSIEU, Inspecteur général des Mines.
MASSON (Georges), membre de la Chambre de commerce de Paris.
MENIER (Gaston), industriel à Paris.
ROUART, constructeur-mécanicien à Paris.
ROUSSEAU, Inspecteur général des Ponts et chaussées.

Au grade de chevalier.

MM.

ARBEL fils (Antoine), gérant des forges de Couzon (Loire),
ASSELIN (Eugène), fabricant de produits chimiques à Saint-Denis (Seine).
BALDY, Ingénieur des Ponts et chaussées.
BAUQUEL, directeur de la fabrique de glaces de Cirey (Meurthe-et-Moselle).
BORDAS, chef de bureau à l'administration centrale du ministère des Travaux publics.
BORNET, Inspecteur principal de l'exploitation de la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M.
BULOZ (Charles), directeur de la *Revue des Deux-Mondes*.
DEHARME, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et manufactures, chef du service central de la Compagnie des chemins de fer du Midi.
DUMONT (Georges), Ingénieur des Arts et manufactures, Inspecteur principal de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.
FÉRY, maître de forges à Micheville (Meurthe-et-Moselle).
FIRMINHAC (Eugène), Ingénieur des Mines, Directeur de la Compagnie française des moteurs à gaz.
GARNIER (Emile-Baptiste-Pierre), constructeur-mécanicien à Paris.
GUARY, directeur des mines d'Anzin (Nord).
HENRIOT (Louis-Paul), Ingénieur des Mines.
LE BLANC (Jules), Ingénieur-constructeur à Paris.
MAGUIN (Alfred), Ingénieur des Mines à Charmes (Aisne). Administrateur délégué des fonderies de Tergnies.
MARET, fabricant de boulons à Bogny-Braux (Ardennes).
MONNIER (Démétrius), professeur à l'Ecole Centrale des Arts et manufactures.
MUNTZ (Jean-Georges), Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, Ingénieur de la voie à la Compagnie des chemins de fer de l'Est.
POULLAIN, tanneur-corroyeur à Paris, membre de la Chambre de commerce.
PUECH (Denys), sculpteur.
SEVIN, directeur de la Société des hauts fourneaux et fonderies du Val-d'Osne.
THIÉBAUT (Henri-Léon), fondeur à Paris.
TRÉLAT (Gaston), Architecte, professeur à l'Ecole libre d'architecture.
VERNES, Directeur de la Compagnie continentale Edison.
WEILL, Ingénieur des Ponts et chaussées.

Utilisation des eaux de la Dranse.

Une Société s'est constituée en vue de l'utilisation, pour la force motrice, des eaux de la Dranse, rivière qui se jette dans le Rhône, près de Martigny, dans le canton du Valais, en Suisse ; en dérivant une partie de ses eaux, on obtiendra une chute de 200 mètres, d'un débit de 5 000 litres par seconde, et donnant une force disponible de 10 000 chevaux environ sur l'arbre des turbines à installer. Le canal de dérivation sera établi en partie à ciel ouvert, et en partie en souterrain sous le mont Chemin, et aboutira à un grand réservoir situé sur le versant de ce dernier, au sud-est de Martigny-ville, sur la rive gauche du Rhône. Une grande plaine permet l'installation de divers établissements industriels et les communications sont assurées par un raccordement à faire avec la ligne du chemin de fer Lausanne-Saint-Maurice-Simplon, qui passe à proximité. Les travaux de dérivation, comprenant les barrages, canaux, souterrain et réservoir, sont évalués à la somme de 1 400 000 francs. La Société met au concours l'étude de l'utilisation d'une partie de la force ainsi obtenue (6 000 chevaux) ; les projets doivent comprendre l'installation des turbines, la création des usines, et la construction du raccordement avec la gare de Martigny.

C.

NÉCROLOGIE

M. le professeur A. Richet.

M. le professeur Alfred Richet, membre de l'Institut, vient de mourir à Carqueiranne (Var), dans soixante-seizième année.

Interne des hôpitaux en 1840, M. A. Richet avait été nommé en 1843 prosecteur de la Faculté de Médecine de Paris et, dès l'année suivante, chirurgien des hôpitaux. En 1847, il était placé le premier sur la liste des agrégés en chirurgie de la Faculté de Médecine où il était plus tard, en 1865, nommé professeur à l'unanimité. Elu membre de l'Académie de Médecine en 1866, il en avait été nommé président en 1878. Enfin, l'Académie des Sciences l'avait appelé dans son sein en 1883, à la place laissée vacante par le chirurgien Sédillot.

Chirurgien de l'hôpital Saint-Louis en 1858, puis de la Pitié en 1863, M. A. Richet avait été nommé chirurgien de l'Hôtel-Dieu en 1871 et il y resta jusqu'au moment de prendre sa retraite. Il était commandeur de la Légion d'honneur depuis 1871.

On voit, par cet exposé succinct, combien a été brillante et bien remplie la longue carrière de l'éminent praticien. Ses travaux ont été considérables ; mais presque tous appartiennent naturellement au domaine de la chirurgie. Nous nous contenterons de citer ici quelques découvertes remarquables qu'il a faites en anatomie et en physiologie, entre autres celles concernant le mécanisme de la respiration et le système musculaire, une nouvelle théorie des mouvements du cerveau dans la cavité crânienne, etc. Son *Traité d'anatomie médico-chirurgicale* est un important ouvrage qui a eu un grand nombre d'éditions et fait, aujourd'hui encore, autorité en la matière.

M. A. Richet laisse un fils qui, marchant sur les traces de son père, s'est rapidement fait un nom dans le monde de la science : c'est notre ami et confrère M. Charles Richet, professeur à la Faculté de Médecine et directeur de la *Revue scientifique*. Il laisse aussi une fille, femme aussi remarquable par le cœur que par l'intelligence, qui a épousé M. Charles Buloz, le distingué directeur de la *Revue des Deux-Mondes*.

Les obsèques de M. le professeur A. Richet ont été célébrés à Paris le 3 janvier en l'église Saint-Thomas d'Aquin, au milieu d'une affluence considérable. L'inhumation a eu lieu au cimetière Montparnasse, où des discours ont été prononcés par MM. Chauveau, au nom de l'Académie des Sciences ; Guyon, au nom de la Faculté de Médecine ; Le Dentu, au nom de l'Académie de Médecine ; Richelot, au nom de la Société de Chirurgie ; Blum, au nom de l'Association des Médecins de la Seine, et Picqué, au nom des anciens élèves du regretté professeur.

Ch. T.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 novembre 1891.

Physique. — *Sur l'écoulement des liquides en tubes capillaires.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. Cornu.

En faisant circuler divers mélanges d'eau et d'acide sulfurique dans des tubes extrêmement capillaires, comme ceux de Poiseuille, M. Cornu a observé que le débit de ces divers mélanges subit de brusques variations dans le voisinage des hydrates sulfuriques. Dans le but de savoir si l'écoulement en vaisseaux capillaires est lié à la formule chimique, M. Colson a continué les recherches inédites de M. Cornu avec l'appareil même dont il s'était servi.

Après avoir donné la description de cet appareil, l'auteur passe à l'étude de l'influence de la température sur le débit, et montre en passant la glycérine comme exemple que cette influence est énorme.

Prenant après des dissolutions afin d'éviter l'influence si considérable de la température, M. Colson trouve qu'il n'y a pas de rapport simple entre la durée ou le retard de l'écoulement et le poids moléculaire atomique.

Avec les liquides parfaitement mobiles (éther, aldéhyde etc.), la durée de l'écoulement est proportionnelle à la racine carrée de la densité, c'est-à-dire dans le rapport $\frac{t}{\sqrt{D}}$.

Enfin, les liquides imparfaitement mobiles fournissent pour le rapport $\frac{t}{\sqrt{D}}$ des nombres supérieurs à la constante signalée par les liquides les plus mobiles.

Chimie. — 1° *Détermination mécanique de la position des atomes d'hydrogène dans les composés organiques.* Note de M. G. Hinrichs.

2° *Sur le noir d'aniline en teinture par la voie sèche.* Note de M. S. Grawitz, présentée par M. A. Gautier.

Le noir d'aniline, développé sur les fibres textiles par la formule de Lightfoot, présente l'avantage de ne pas salir par le frottement, mais il a l'inconvénient d'affaiblir considérablement la résistance du tissu.

D'après Nietzki, le noir est une tétramine monoacide. Si cette hypothèse est exacte, la formation du noir s'exprimerait par l'équation :

$$4\,(C^6H^7AzHCl) + 4\,O = C^{24}H^{20}Az^4)\,HCl + 3\,Hcl + 4\,H^2O.$$

Il en résulte que le mélange primitif, même s'il est rigoureusement neutre, devient fortement acide par le fait même de la transformation de l'aniline en noir, et c'est cet acide qui, dégagé à sec sur la cellulose, l'affaiblit en la transformant en hydrocellulose.

La véritable solution consiste à ajouter, au mélange pour noir, des bases alcalines ou alcalino-terreuses à l'état de sels organiques, par exemple, d'acétates avec ou sans excès d'acides organiques. Mais M. Kœchlin ayant affirmé que la présence des acétates paralysait la formation du noir, il paraissait impossible d'arriver à un résultat dans ce sens. Cependant, M. Grawitz a reconnu que le noir ne cessait pas de se développer, pourvu que la proportion de sa base ajoutée à l'état d'acétate fût moindre que un équivalent de base pour un équivalent de l'acide minéral combiné. Trois quarts d'équivalent donnent le maximum de l'effet utile. Quand la proportion de base tombe au-dessous, les fibres ne sont plus préservées. Quant elle dépasse un équivalent entier, il ne se forme plus du tout de noir.

Ce perfectionnement va permettre l'emploi en teinture de la formule de Lightfoot, l'industrie réclamant aujourd'hui des noirs qui ne salissent pas par le frottement.

3° *Sur un violet de codéine.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

Mathématiques. — *Remarques sur une communication de M. Markoff, relative à des équations différentielles linéaires*, par M. Painlevé.

Astronomie. — *Recherche sur le mouvement radial des astres avec le sidérostat de l'Observatoire de Paris.* Note de M. H. Deslandes.

G. Petit,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'industrie nationale.

Séance du 13 novembre 1891.

Bélier hydraulique à pulsations rapides. — M. Decœur, Ingénieur des Ponts et chaussées, fait une communication sur le bélier hydraulique.

En rapprochant les orifices pour l'écoulement alternatif dans le bassin de chute et dans le tuyau de refoulement, et en activant avec des ressorts le mouvement oscillatoire des soupapes, M. Decœur a cherché à diminuer les pertes de travail à chaque pulsation. Le petit appareil qu'il présente à la Société a donné, dans quelques expériences, des rendements de 95 °/₀. La tige de la soupape est commandée par un système de ressorts avec leviers permettant de faire varier sa course. L'appareil fonctionne avec ou sans contre-pression à l'échappement et sous des charges quelconques.

La durée d'une demi-oscillation peut se calculer approximativement par la formule $t = \frac{lV}{gh}$, l représentant la longueur de la colonne percutante, V la vitesse maximum, g l'intensité de la pesanteur et h la chute motrice diminuée de la perte en frottements. Cette perte a pour mesure $\frac{1}{2}\frac{l}{15D}\frac{V^2}{2g}$ pour le diamètre $D = 0^m02$, soit 0^m15 pour une vitesse moyenne $\frac{1}{2}V = 0^m22$ correspondant à un débit d'environ 4 litres par minute. — Pour de grands diamètres, la perte de charge se réduirait à $\frac{1}{2}\frac{l}{30D}\frac{V^2}{2g}$, ce qui permettrait d'augmenter beaucoup la vitesse d'écoulement et d'obtenir uu bon rendement avec de très faibles chutes.

Une expérience sera faite prochainement sur un bélier d'essai de 0^m60 de diamètre, dont M. le Ministre des Travaux publics a autorisé la construction. Le tuyau d'arrivée se terminera par un coude portant la boite à clapets, et l'écoulement aura lieu à la circonférence, les filets liquides se divisant autour d'un cône soutenu par des nervures. La soupape annulaire à double siège, composée de deux ou trois segments réunis par des oreilles avec boulons, sera portée par des tiges extérieures. Les ressorts de commande étant placés au-dessus de la cloche à air, l'appareil pourra être noyé dans le bassin de chute. Un petit bélier fonctionnant comme compresseur d'air assurera dans ce cas l'entretien du matelas élastique dans la chambre de refoulement.

M. Decœur pense que son système permettra l'établissement de très grands appareils pour l'alimentation des canaux de navigation; qu'employés par groupe en batterie sur une même conduite de refoulement, ses appareils utiliseront parfaitement les chutes variables des cours d'eau. Ils exigeront d'ailleurs moins de frais d'installation et de surveillance que les machines élévatoires composées de pompes et de moteurs hydrauliques.

Thermo-cautère. — M. le docteur Paquelin présente à la Société son nouveau thermo-cautère dont le *Génie Civil* a déjà rendu compte dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences (séance du 3 août) (1).

Lampe à gaz. — M. Alfred Despoisse présente à la Société un spécimen de la lampe à air chaud la *Rouennaise*, du type de 600 litres.

Le tube adducteur est vertical. Le gaz y arrive par le haut et sort par le bas d'orifices percés horizontalement sur le pourtour vertical d'un brûleur en stéatite, de manière que la nappe gazeuse a la forme d'une rondelle horizontale. Quinze centimètres environ avant d'arriver au brûleur, le gaz traverse un tube de verre logé dans le tube adducteur à l'aide d'une garniture d'amiante.

« Le récupérateur est en fonte d'un seul morceau. L'air le traverse horizontalement dans des alvéoles où il s'échauffe au contact de cloisons radiales qui laissent passer entre elles les produits de la combustion appelés par la cheminée.

Une autre portion d'air pénètre dans la coupe en verrine qui abrite la flamme en traversant une rangée de trous percés à la face inférieure du cercle en cornière qui porte la verrine.

Les avantages du système sont les suivants :

1° Le récupérateur est d'un seul morceau, ce qui prévient les ruptures dues aux inégalités de dilatation ou de retrait des assemblages;

2° La disposition de la verrine libre dans son cercle empêche *absolument* la rupture des coupes. C'est un avantage caractéristique de la *Rouennaise*;

3° Les poussières ou filaments flottants dans l'air des ateliers ne peuvent pénétrer dans la lampe par suite de la situation des trous *en dessous* du porte-verrine;

4° Le tube de verre qui précède le brûleur l'empêche d'avoir ses orifices bouchés par des parcelles d'oxyde qui se détacheraient d'un tube de fer alternativement chauffé et refroidi;

5° Les modèles de 360 et 600 litres peuvent dépasser cette consommation dans une large mesure sans pour cela donner de fumée ;

6° Cette lampe donne les meilleurs résultats au point de vue du résultat lumineux. Voici quelquee chiffres résultant d'expériences sérieuses et répétées :

Le type de 360 litres donne en lumière verticale l'unité-carcel avec une dépense de 33 lit. 10, sans réflecteur, et de 27 lit. 24 avec réflecteur, la dépense horaire étant de 400 litres environ.

Le type de 600 litres donne l'unité-carcel en lumière verticale :

Sans réflecteur avec une dépense de 37 lit. 26,
Avec — — 26 lit. 07,

la dépense horaire étant en moyenne de 680 litres.

En mai 1890, le laboratoire municipal de Paris a constaté les résultats suivants :

Le type de 360 litres, dépensant 360 litres, produit 10,79 carcels, soit 33 lit. 4 par carcel.

Le type de 600 litres, dépensant 582 litres, produit 15,71 carcels, soit 36 lit. 8 par carcel.

La *Rouennaise* peut se placer en ventilation et donner à la fois un éclairage brillant, un renouvellement d'air et une diminution de chaleur.

G. P.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 23, p. 379.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire de la *Revue des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° **2**, du 9 janvier. Administration, **4**, rue de la Chaussée-d'Antin ; un an, **24** francs; six mois, **12** fr. **50**.

Fabrication des poudres et explosifs nitrés.

Brevets français : Produit chimique pour le nettoyage et la reteinte. — Filtration et épuration des eaux destinées à la toilette. — Préparation perfectionnée du chlore. — Concentration de l'acide sulfurique. — Bouchage perfectionné. — Ozoniseur industriel à plateaux. — Nettoyage des surfaces filtrantes. — Filtres à poches simples ou multiples. — Matières colorantes bleu-violet de la série rosanilique. — Matières colorantes azoconjuguées. — Matière colorante bleue. — Allumoir de mèches à mines. — Fabrication de savon dur. — Scourtin d'huilerie. — Dévulcanisation du caoutchouc. — Tuyau de caoutchouc perfectionné. — Appareil pour débiter les liquides. — Tête de siphon perfectionnée. — Bouteille irremplissable. — Obturateur hydraulique. — Purification préliminaire des alcools. — Utilisation des vapeurs d'alcool s'échappant des eaux-de-vie en fermentation. — Tuyau aspirateur pour les appareils à saler les viandes.

Académies et Sociétés industrielles : Académie des Sciences. — Société anglaise des industries chimiques. — Société industrielle de Mulhouse.

Le Matériel agricole. Machines, instruments, outils employés dans la petite et la grande culture, charrues, scarificateurs, herses, rouleaux, semoirs, sarcleuses, bineuses, appareils insecticides, moissonneuses, faucheuses, faneuses, rateaux, batteuses, tarares, trieurs, hache-paille, presses, coupe-racines, appareils de laiterie, de vinification, de distillerie, cidrerie, huilerie, scierie, machines hydrauliques, pompes, arrosage, brouettes, charrettes, porteurs, manèges, roues hydrauliques, moteurs aériens, machines à vapeur, par J. Buchard, Ingénieur agronome. — Un volume in-16 de 384 pages avec 142 figures, de la *Bibliothèque des Connaissances utiles*. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris 1891. — Prix, **4** francs.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 11. N° 501. Samedi 16 Janvier 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Variétés** : La pêche de l'éponge, p. 173 ; F. Desqueens. — **Métallurgie** : Les plaques de blindage en métal mixte et en acier, à propos d'essais récents pratiqués en Angleterre et en Amérique (*suite et fin*), p. 174 ; L. Baclé. — **Travaux publics** : Les nouveaux ports russes du bassin de la mer Noire (*planche XII*), p. 178 ; A. Herrmann. — **Chimie industrielle** : Appareil de rectification automatique et continue des alcools par première distillation, de M. O. Perrier, p. 181 ; Delannoy. — **Études économiques** : La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes (*suite et fin*), p. 184 ; A. Gibon. — **Correspondance** : Le monte-escaliers électrique, p. 187 ; L. Viennot ; — Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs, p. 187 ; Matter. — **Informations** : *Nécrologie* : Henri Mathieu, p. 187.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séances des 4 et 18 décembre 1891, p. 188. — Académie des Sciences, séance du 7 décembre 1891, p. 188 ; G. Petit.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 188.

Planche XII : Les nouveaux ports russes du bassin de la mer Noire. Port de Marioupol.

VARIÉTÉS

LA PÊCHE DE L'ÉPONGE

L'éponge est un être organisé aquatique dont la véritable nature et la place dans l'échelle organique sont restées inconnues. La question de savoir si l'éponge était un animal ou un végétal a suscité de longues discussions, et les deux opinions ont été soutenues par des naturalistes éminents ; mais les travaux des zoologistes modernes ne laissent plus aucun doute sur la nature animale de l'éponge, qui est composée, d'une part, d'une matière animale très fugace, de l'autre, d'une charpente fibreuse et de particules cristallines qui la solidifient dans la plupart des cas, et qui sont, quelquefois, la seule partie que l'on puisse conserver.

Cette charpente forme une sorte de feutrage composé de nombreuses fibres anastomosées entre elles dans tous les sens. Elle n'est pas la seule partie solide des éponges : on y trouve aussi des spicules, petits corps fusiformes, un peu courbés, minces, aigus aux deux bouts, de nature ordinairement siliceuse et quelquefois calcaire.

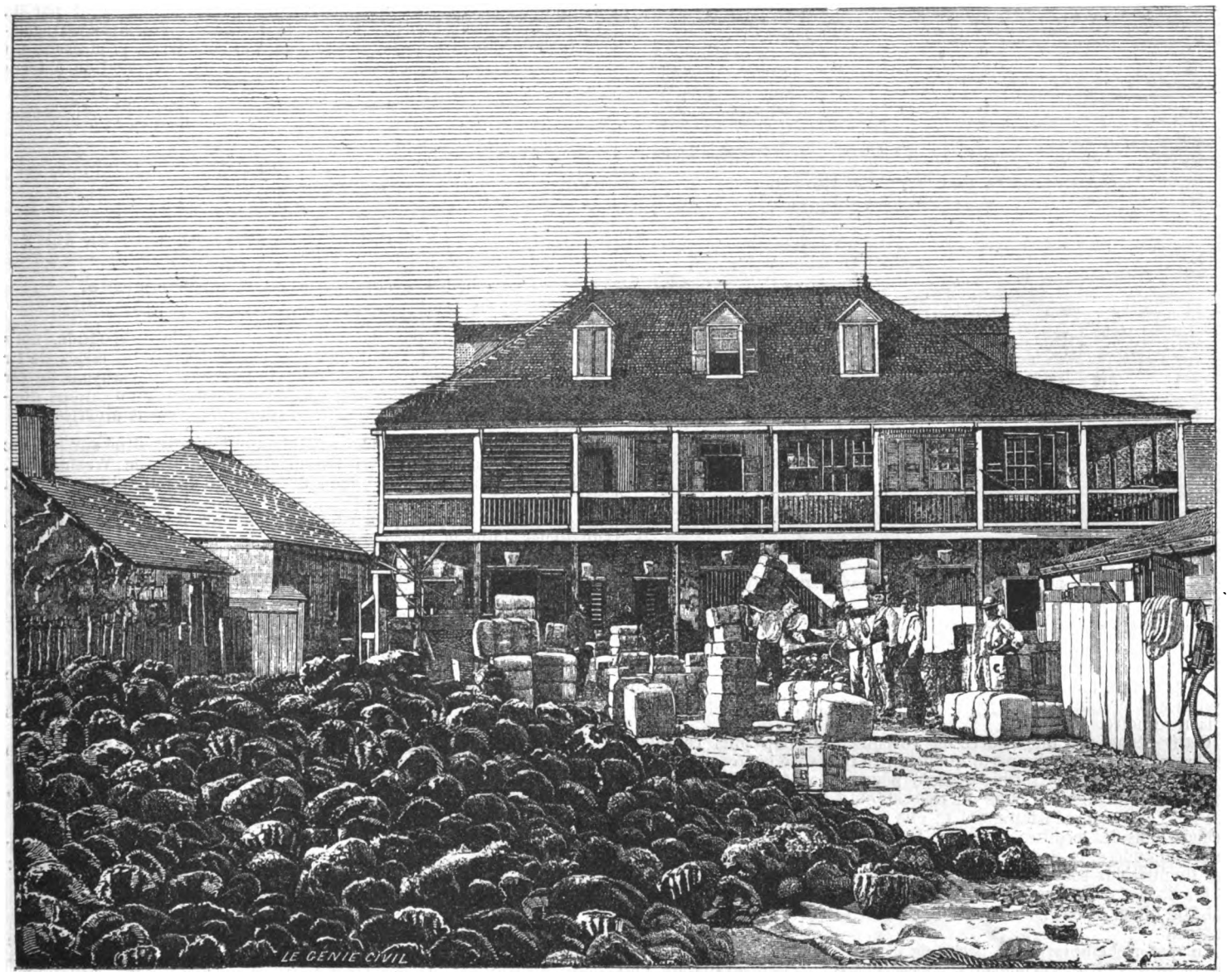


Fig. 1. — Traitement des éponges aux îles Lucayes (archipel Colombien).

Quant à la matière animale, elle se présente sous l'apparence d'une substance gélatineuse et gluante, qui imprègne l'éponge à l'état vivant d'une sorte de gangue, très facilement destructible, et, par suite, peu connue. Ce qui a surtout contribué à faire reconnaître à

Digitized by Google

l'éponge une nature animale, c'est sa composition chimique, où l'azote entre pour une grande part.

En résumé, on peut définir ainsi le genre éponge tel qu'il est actuellement : corps mou, très élastique, diversiforme, plus ou moins irrégulier, très poreux, traversé par des canaux tortueux, s'ouvrant à l'extérieur par des oscules bien distincts et composés d'une sorte de squelette subcartilagineux, anastomosé dans tous les sens et quelquefois dépourvu de spicules.

Les éponges vivent dans la mer et se trouvent sous presque toutes les latitudes, mais elles varient par le nombre des espèces et le volume des individus suivant les localités. Dans les pays chauds, elles sont très abondantes et atteignent jusqu'à 80 centimètres de hauteur sur 1m 50 de diamètre, tandis que dans les régions tempérées ou froides, elles sont plus rares, plus petites et moins variées en espèces.

Les éponges croissent abondamment sur les rochers, auxquels elles se fixent dès leur jeune âge au moyen d'une substance gélatineuse assez résistante. Elles vivent parfois si près de la côte que le flot, à marée basse, les laisse pendant plusieurs heures à découvert, ce qui indique qu'elles peuvent supporter la privation momentanée du contact de l'eau. Toutefois, chaque espèce possède cette propriété à un degré différent et suivant la latitude.

Sous le nom d'éponges usuelles, on réunit deux espèces, beaucoup mieux connues que les autres, à cause de leur emploi fréquent : l'éponge commune, qui est molle, tenace, arrondie, grossièrement poreuse, à orifice grand, et à surface munie de laciniures très nombreuses, l'éponge peluchée, plus aplatie, molle également, tomenteuse, très poreuse, à peine lobée et à surface couverte de laciniures très nombreuses.

La pêche des éponges se faisait autrefois dans la mer Rouge; aujourd'hui elle se fait plus particulièrement dans l'Archipel grec et sur tout le littoral syrien. On pêche également l'éponge aux îles Lucayes ou de Bahama dans l'archipel Colombien. Ces îles, situées au nord, se composent d'un grand nombre d'îles, d'îlots, récifs madréporiques, reposant sur deux bancs très étendus et séparés par des

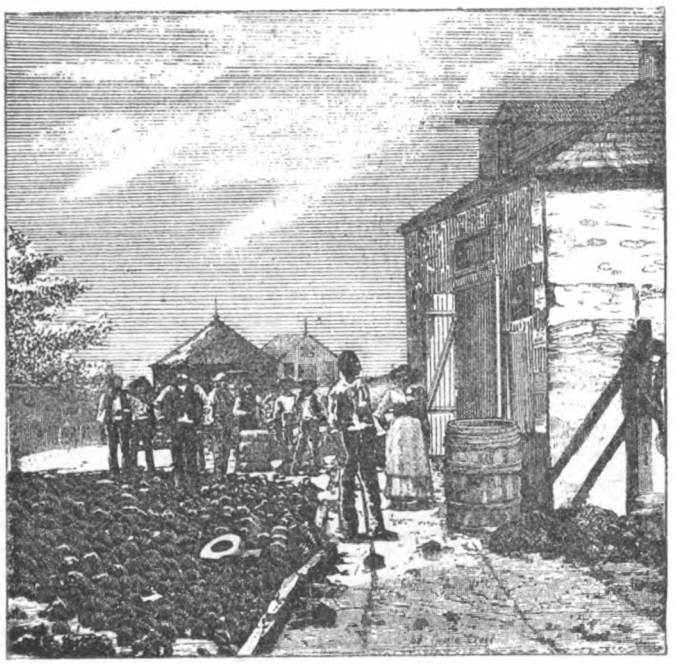


Fig. 2. — Traitement des éponges aux îles Lucayes (archipel Colombien).

canaux d'une navigation difficile. C'est le canal de Floride ou nouveau canal de Bahama, qui a 440 kilomètres de longueur environ et 35 kilomètres de largeur, qui sépare ces deux bancs.

La pêche de l'éponge aux îles Lucayes occupe environ six mille hommes et enfants, en majeure partie natifs des îles et appartenant à la race noire.

Cette pêche est une source de revenus beaucoup plus considérables que ceux de n'importe quelle autre industrie exercée dans ces îles. Il n'y a pas de saison spéciale pour cette pêche. L'éponge est toujours en abondance dans un endroit ou dans un autre autour de ces îles; elle croit constamment et elle ne s'épuise jamais, si elle est pêchée dans les localités spéciales. Les éponges de bonne qualité sont très demandées, et à des prix qui ne sont pas susceptibles de subir des fluctuations sensibles d'une année à l'autre.

Ainsi, il a été embarqué aux îles Lucayes, pendant l'année 1890, 315 000 kilogr. d'éponges représentant une valeur de 160 000 francs environ.

Le matériel employé à la pêche de l'éponge aux îles Lucayes comprend environ 550 schooners et sloops jaugeant de 5 à 20 tonnes, et 2 500 petites barques. Les 6 000 personnes qui travaillent l'éponge ont débuté généralement encore enfants et elles continuent à exercer le métier jusqu'au moment où la fatigue les rend impropres à tout service. Indépendamment des petites barques qui appartiennent aux grands bateaux, il y a encore une certaine quantité de barquettes qui suivent les grands navires; les hommes qui les montent donnent une part de leur pêche aux propriétaires de ces derniers, comme droit de remorque, et aussi comme paiement de l'emplacement qui leur est réservé sur les grands navires pour loger le produit de leur pêche.

On arrache l'éponge du fond de la mer au moyen d'une grande perche armée à l'une de ses extrémités d'un fort crochet solidement fixé. Si le fond de l'eau ne peut être atteint, le pêcheur plonge, mais on ne recourt à ce moyen qu'accidentellement.

Le *water-glass* est un appareil absolument indispensable pour cette pêche; il permet de distinguer l'éponge au fond de la mer. C'est un cône en bois ayant un verre à une de ses extrémités. Sa longueur est de 45 centimètres environ. En plaçant l'extrémité de son appareil du côté du verre, juste au-dessous de la surface de l'eau, et en regardant à l'autre bout, le pêcheur aperçoit très nettement le fond de l'eau, et tenant sa perche de la main qui est libre, il la lance sur l'éponge qu'il a choisie, il l'accroche et l'arrache ensuite.

L'éponge arrachée de son banc est loin d'avoir l'aspect qu'elle présente au moment où elle est propre à être utilisée. Toutes ses qualités sont cachées, elle est lourde et contient la matière gélatineuse, gluante et foncée dont nous avons parlé plus haut, et dont on la débarrasse par la macération et le lavage.

La reproduction de l'éponge, la façon par laquelle elle se multiplie est un phénomène fort curieux. A de certaines époques, il se forme à la surface de l'éponge des boutons d'une couleur jaunâtre qui grossissent, puis, se détachent d'eux-mêmes et sont ensuite emportés par le courant. Ces boutons ressemblent à des atomes inertes d'une substance gélatineuse; mais, en réalité, ces germes minuscules possèdent une animation qu'on ne peut pas soupçonner à l'œil nu, et c'est en les examinant à la loupe qu'on remarque qu'ils sont en effet recouverts de petits cils qui remuent et les font avancer dans l'eau jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à une distance suffisante de leur lieu de naissance; ils se posent alors au fond de l'eau, perdent leurs cils, croissent et deviennent éponge.

Dès que les éponges sont arrachées, on les nettoie, on les trie, on les met en balles qui sont pressées, puis on les embarque et on les dirige sur tous les points du globe.

Les bancs d'éponges des îles Lucayes sont des plus intéressants à visiter; ils offrent un spectacle réellement merveilleux, tant par la limpidité de l'eau que par des dépôts de corail qu'on aperçoit également à quelques brasses, et dont les teintes variées produisent un effet très curieux. Nos dessins représentent une exploitation à terre de ces utiles produits de la mer.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

MÉTALLURGIE

LES PLAQUES DE BLINDAGE EN MÉTAL MIXTE ET EN ACIER
à propos d'essais récents pratiqués en Angleterre et en Amérique.

(Suite et fin [1].)

Depuis la publication de la première partie de cette étude, nous avons pu recueillir des renseignements détaillés sur les essais de tir d'Indian Head, ainsi que sur le procédé Harvey; nous croyons devoir les reproduire immédiatement, afin de compléter les indications données dans le précédent numéro relativement aux essais américains.

Essais de tir d'Indian Head. — Ce champ de tir est situé sur le banc de Maryland, dans la rivière Potomac, à 21 milles de Washington, et il se trouve ainsi bien mieux à proximité de cette ville que celui d'Annapolis.

Les essais de tir pratiqués à Indian Head eurent lieu en deux séances distinctes, l'une le 31 octobre, et l'autre le 14 novembre dernier.

L'essai du 31 octobre comprenait :

1° Une plaque au nickel fortement carburée de Bethlehem;
2° Une plaque au nickel peu carburée de Carnegie;
3° Une plaque d'acier peu carburée de Bethlehem traitée d'après le procédé Harvey.

L'essai du 14 novembre comprenait :

4° Une plaque au nickel fortement carburée de Carnegie, cette plaque étant trempée à l'huile et recuite;
5° Une plaque au nickel peu carburée de Carnegie, traitée d'après le procédé Harvey;
6° Une plaque au nickel fortement carburée de Bethlehem, traitée d'après le procédé Harvey.

En résumé, toutes ces plaques, sauf une, étaient en acier au nickel, et trois étaient traitées d'après le procédé Harvey.

Les deux usines étaient représentées chacune par trois plaques.

Nous reproduisons ici les renseignements que nous avons pu réunir sur l'analyse du métal de trois de ces plaques, portant les nos 1, 2 et 4:

La plaque n° 1, dite fortement carburée, tenait 0,38 de carbone;

La plaque n° 2 tenait 0,22 de carbone, 0,025 de phosphore, de manganèse et 3,09 de nickel;

La plaque n° 4 tenait 0,45 de carbone, 0,01 de phosphore, 0,65 de manganèse et 3,06 de nickel. On observe à cet égard que cette composition résulte de la moyenne de douze analyses pratiquées sur les tournures du métal des trous de boulons d'attache, toutefois on signale dans les teneurs observées des variations considérables, qui ne témoignent donc pas en faveur de l'homogénéité de la plaque.

Les résultats obtenus auraient varié en effet de 0,36 à 0,49 pour le carbone, de 0,008 à 0,015 pour le phosphore, de 0,61 à 0,70 pour le manganèse et de 2,95 à 3,15 pour le nickel.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 10, p. 161.

Digitized by Google

Nous avons indiqué précédemment les teneurs en carbone des plaques 5 et 6.

Les épreuves des six plaques ont eu lieu, ainsi que nous l'indiquions plus haut, dans les mêmes conditions qu'à Annapolis.

Les plaques essayées étaient fixées sur un massif en bois de 0m 91 d'épaisseur, maintenues par douze boulons et consolidées sur les côtés.

Les projectiles de 6" employés provenaient de l'usine Holtzer ; ils avaient 17" (0m 43) de longueur et pesaient 100 lbs. (45kil 36). Ils étaient tirés à la vitesse de 2075 pieds (632 mètres).

Les projectiles de 8", tirés le 14 novembre, comprenaient deux projectiles renforcés de 24" 1/2 (0m 62) de longueur, provenant de l'usine Carpenter. Ceux-ci pesaient 250 lbs. (113kil 40), et furent tirés à la vitesse de 1700 pieds (518 mètres). Ces projectiles furent employés contre les plaques 4 et 5.

Contre la plaque n° 6, on tira un projectile de Firminy de 20" (0m 507) de longueur. Celui-ci était du type ordinaire pesant 210 lbs. (95kil 25) avec une longueur de 20" (0m 507) ; il fut tiré à la vitesse de 1750 pieds (533 mètres).

En l'absence d'indications précises, nous pensons que les projectiles de 8" tirés le 31 octobre appartenaient aussi à ce même type.

Nous donnons, dans le tableau ci-dessous, le détail des résultats observés dans ces deux essais. Nous avons reproduit, du reste, dans le numéro précédent, la vue des différentes plaques après le tir.

On peut présenter à ce sujet les observations suivantes :

Les deux plaques en acier au nickel fortement carburées (nos 1 et 4) elle devait manquer toutefois d'homogénéité, car les pénétrations observées sur les deux impacts de gauche, atteignant 0,30, ont été beaucoup supérieures à celles de droite, limitées à 0,12. Ce résultat doit s'expliquer, comme nous l'indiquions précédemment, par les conditions défectueuses d'application du procédé. La plaque n° 1 a présenté également des pénétrations plus faibles sur les impacts de droite.

La Commission américaine propose de continuer les expériences en opérant sur deux plaques en acier au nickel de l'usine Carnegie, traitées d'après le procédé Harvey, l'une à faible teneur et l'autre à forte teneur de carbone.

Procédé Harvey. — Ce procédé consiste dans une sorte de cémentation progressive, par l'effet de laquelle la plaque se trouve amenée à une teneur en carbone régulièrement décroissante depuis la face avant jusqu'à l'intérieur de la masse.

On opère sur des plaques tenant 0,10 à 0,35 de carbone : la plaque est posée à plat sur un lit de sable ou d'argile desséchée dans une sorte de boite en briques réfractaires installée sur la sole du four à réchauffer.

La couche de sable (fig. 1) enveloppe latéralement la plaque, mais elle n'affleure pas tout à fait jusqu'à la surface supérieure, qui émerge ainsi au-dessus. La plaque est recouverte de matières carburées, charbon de cémentation, qu'on tasse soigneusement dans la boite. On recouvre ensuite d'un lit de sable, et on pose au-dessus une couche de briques réfractaires, qui forme le couvercle de la boite et vient comprimer le lit de charbon.

Tableau résumant les résultats des essais d'Indian Head.

Plaques 1, 2, 3, essayées le 31 octobre 1891. — Plaques 4, 5, 6, essayées le 14 novembre 1891.

	Plaque n° 1	Plaque n° 2	Plaque n° 3	Plaque n° 4	Plaque n° 5	Plaque n° 6
Pénétration.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Coup 1	0,33	0,68	0,15	0,31	0,36	0,30
— 2	0,23	0,66	0,16	0,26	0,38	0,12
— 3	0,33	0,37	0,24	0,30	0,24	0,31
— 4	0,26	0,33	0,26	0,30	0,51	0,13
— 5	0,39	0,52	1,06	0,24	0,40	0,32
Moyenne	0,31	0,52	0,38	0,28	0,38	0,24
Diamètre du bombement.						
Coup 1	0,40	0,46	0,33	0,47	0,46	0,32
— 2	0,35	0,46	0,35	0,49	0,39	0,32
— 3	0,40	0,42	0,42	0,48	0,42	0,46
— 4	0,44	0,44	0,44	0,46	0,42	0,35
— 5	0,52	0,53	0,56	0,51	0,47	0,43
Moyenne	0,43	0,46	0,43	0,48	0,43	0,38
Bavures (hauteur).						
Coup 1	Régulières 0,038	Régulières 0,038	Déchirées 0,038	Régulières 0.05	Cassante 0,05	Cassante 0,038
— 2	— 0,038	— 0.038	— 0,038	Cassante 0,05	— 0,05	Aucune.
— 3	— 0,044	— 0,038	Cassante	— 0,04	— 0,05	Cassante 0,038
— 4	— 0.050	— 0,044	— 0,038	— 0,04	— 0,05	Aucune.
— 5	— 0,053	— 0,050	— 0.038	— 0,04	— 0,06	Cassante 0,025
Moyenne	— 0,046	— 0,038	0,038	0,045	— 0,05	0,02
Criques.						
Coup 1	2 petites radiales.	Aucune.	Aucune.	Aucune.	Aucune.	Aucune.
— 2	Aucune.	Id.	1 à l'angle de la plaque.	id.	id.	Id.
— 3	3 petites radiales.	Id.	1 verticale irrégulière.	Une petite de 0m 002.	id.	8 criques radiales de 0m 08 à 0m 10.
— 4	2 radiales, 3 de 10 c/m.	Id.	1 crique superficielle radiale.	Deux criques de 0m 01.	id.	Aucune.
— 5	3 fentes.	Crique transversale de de 0m 01 de largeur.	Fentes transversales.	(Voir la figure.)	(Voir la figure.)	(Voir la figure.)
Projectile.						
Coup 1	Rebondit entier à 15m.	Enfoncé dans la plaque, entier en apparence.	L'ogive reste engagée, le culot est détaché.	Rebondit brisé.	Reste dans la plaque, entier.	Rebondit brisé.
— 2	Enfoncé dans la plaque, culot cassé.	Id.	Id.	Rebondit brisé.	Reste dans la plaque, entier.	L'ogive reste soudée dans la plaque ; le culot est brisé.
— 3	Rebondit sans déformation à 8 mètres.	Id.	Engagé dans la plaque, intact.	Rebondit brisé, l'ogive reste engagée.	Rebondit à 15 mètres, déformé.	Rebondit entier à 20 mètres.
— 4	Cassé, l'ogive rebondit à 6 mètres de distance.	Cassé, l'ogive rebondit à 11 mètres de distance.	Id.	Rebondit à 14 mètres entier, mais fendu.	Reste dans la plaque, entier.	L'ogive reste soudée dans la plaque ; le corps de l'obus est brisé.
— 5	Rebondit entier à 16 mètres, un boulon cassé.	Reste dans la plaque, le massif et les boulons sont intacts.	Reste dans le massif, la dernière couche de madriers est déchirée, les boulons sont intacts.	Rebondit à 2 mètres entier, mais fendu.	Rebondit et brisé.	Rebondit entier, mais fendu.

ont présenté, sous l'action du projectile de 8", des fentes marquées, témoignant que le métal était trop dur.

La plaque n° 3 en acier au nickel peu carburé, traitée d'après le procédé Harvey, se montra au contraire trop douce, car les projectiles de 6" restèrent engagés dans la plaque, et celui de 8" pénétra dans la muraille en bois. La plaque de Carnegie, préparée dans les mêmes conditions, portant le n° 5, eut des pénétrations plus faibles, et présenta moins de criques.

La plaque n° 2, qui n'était pas traitée d'après le procédé Harvey, présenta une pénétration moyenne très considérable ; le projectile de 8" y détermina des fentes graves.

La plaque fortement carburée de Bethlehem, traitée d'après le procédé Harvey, donne les pénétrations moyennes les plus faibles ; mais

Pour une plaque de dix pouces et demi (0m 265) d'épaisseur, on donne huit pouces (0m 20) au lit de charbon de cémentation et deux pouces (0m 06) à la couche de sable qui le recouvre.

Le four de réchauffage où est installée la boite de cémentation est muni d'une voûte mobile qu'on enlève pour faciliter la mise en place de la plaque ; celle-ci est amenée en glissant sur des rails posés sur la sole et qui disparaissent dans la couche de sable inférieure.

Pour assurer la cémentation, le four est amené à une température de chauffage correspondant à peu près à celle de la fusion de la fonte, et celle-ci est maintenue d'autant plus longtemps qu'on désire obtenir une carburation plus profonde et plus prononcée.

Pour une plaque de dix pouces et demi, on pousse généralement la carburation jusqu'à la profondeur de trois pouces, et on maintient la

Digitized by Google

température de chauffage pendant une durée de 120 heures environ. Il faut compter, en outre, 48 heures pour l'échauffement préalable du four.

Dans ces conditions, une plaque à 0,35 de carbone absorbe environ 1 % dans la partie superficielle, et la teneur va graduellement en décroissant vers l'intérieur jusqu'à la profondeur de trois pouces environ, où on ne trouve plus de carbone absorbé.

Après avoir donné un chauffage suffisant, on laisse tomber le feu, on enlève la voûte du four et on dégage la plaque pour la laisser refroidir graduellement à l'air.

Toutefois, afin d'éviter une action trop brusque, on n'enlève le charbon de cémentation qui la recouvre que lorsque la plaque est revenue au rouge sombre.

Celle-ci est alors complètement dégagée et soumise à une trempe spéciale par aspersion d'eau froide sur la face carburée.

Cette aspersion est prolongée pendant 4 heures environ pour une plaque de dix pouces et demi.

On a d'ailleurs aussi réalisé dans certains cas la trempe par immersion en plongeant la plaque dans un bain d'eau courante ou d'eau salée.

M. Harvey a appliqué également ce procédé à la préparation des tubes à canons dans le but de leur donner une grande dureté superficielle, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, sans atténuer la malléabilité du métal intermédiaire.

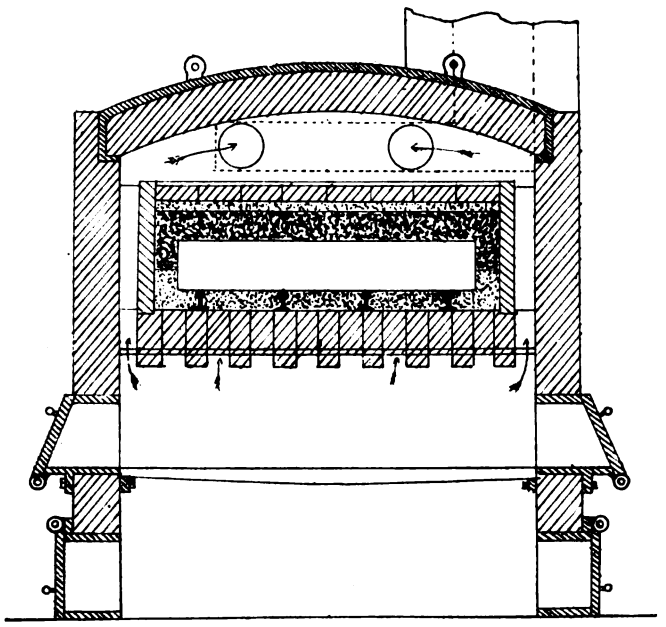


Fig. 1. — Four de réchauffage pour le traitement des plaques de blindage par le procédé Harvey.

Pour l'application de ce mode de traitement, le tube à traiter est rempli intérieurement de charbon de cémentation et placé ensuite dans une boite en briques réfractaires au milieu d'un lit de poussier de charbon. Tout l'ensemble est chauffé à la température de fusion de la fonte, ainsi que nous venons de le dire pour les plaques.

Une durée de chauffage de 30 heures est suffisante, paraît-il, pour un canon de quatre pouces. Si l'acier tient à l'origine 0,25 % de carbure, on amène ainsi la surface à une teneur de 1 à 1,10 %. La carburation s'étend jusqu'à une profondeur de 0m 02 environ à partir de la surface extérieure et de 0m 01 à partir de la surface intérieure.

Le tube est ensuite refroidi progressivement et soumis à la trempe par immersion.

Le métal soumis à l'application du procédé Harvey présente, dit-on, une surface tout à fait polie et complètement exempte des ampoules caractéristiques de certains aciers de cémentation.

III. Comparaison des résultats rappelés précédemment avec ceux qui sont obtenus en France. — Nous avons résumé, dans le tableau que l'on trouvera plus loin, les principaux tirs mentionnés précédemment afin de permettre au lecteur de les embrasser d'un seul coup d'œil; nous indiquons en même temps, à côté de la vitesse de tir, celle qui serait nécessaire pour assurer la perforation d'une plaque en fer de même épaisseur, et nous donnons le rapport de ces deux vitesses, rapport qui permet d'apprécier la rigueur de l'essai au point de vue de la perforation. Nous donnons également le rapport du diamètre du projectile à l'épaisseur de la plaque, qui permet d'apprécier les chances de fractures. L'examen de ce tableau montre que le rapport de perforation s'est toujours maintenu, en général, voisin de 1,26; et pour la comparaison avec nos essais français, il nous suffit d'observer que ces chiffres ont été fréquemment atteints et même dépassés, ces dernières années, dans les épreuves de recette de plaques d'épaisseur relativement faible.

Si on établit d'autre part la comparaison avec les essais anglais antérieurs à 1888, il est facile d'ailleurs de reconnaître, ainsi que nous le remarquions plus haut, que, dans ce cas, les chances de perforation de la plaque anglaise étaient beaucoup plus faibles, puisque la vitesse de tir, fixée à 408 mètres, était alors inférieure à celle de la perforation d'une simple plaque en fer qui eût atteint 429 mètres.

En dehors de ce point, nous devons signaler diverses considérations qui atténuent dans une grande mesure la rigueur de l'essai anglais.

D'abord l'installation elle-même de la plaque : le massif d'appui présente une épaisseur plus forte, atteignant au moins 5 pieds (1m 22); la plaque est solidement soutenue sur tout son contour, au lieu d'être seulement appuyée sur les côtés comme en France.

D'autre part, elle est toujours préparée exprès pour l'épreuve, car elle a été désignée à l'avance, et elle est essayée plane, non cintrée. En France, au contraire, l'épreuve est pratiquée sur la plaque amenée à son état définitif pour l'emploi, gabariée et même découpée, n'ayant plus, en un mot, aucune opération métallurgique à subir; le choix en est fait après que toutes ces opérations sont terminées; et comme le contrôle a suivi minutieusement tous les détails de la fabrication, on peut être sûr qu'il prendra une plaque de qualité inférieure à la moyenne du lot.

Aussi, en France, n'y a-t-il pas lieu de poser l'objection qu'on rencontre souvent dans les comptes-rendus d'essais étrangers : telle plaque traitée d'après un procédé spécial, et qui a bien résisté à l'état plan, présenterait-elle la même résistance une fois gabariée? Cette objection de principe a même été faite contre le métal mixte, mais on voit qu'elle est sans fondement pour nos plaques françaises, ainsi que le montre la pratique journalière des essais.

En ce qui concerne l'épreuve elle-même, si les chances de perforation sont devenues comparables, il n'en est pas de même des chances de fracture. La plaque anglaise est attaquée par un projectile de calibre bien inférieur à son épaisseur, le rapport ne dépassant pas en effet 0,60 : pour une épaisseur de 0m 26, le diamètre du projectile est seulement de 0m 15; en outre, les impacts sont fortement espacés sur la plaque, et il arrive rarement que les fentes déterminées par un premier coup viennent affecter l'emplacement du second. En France, il n'en est pas de même, car les projectiles sont beaucoup plus gros, les diamètres atteignent ou dépassent toujours l'épaisseur, les impacts sont plus rapprochés et les fentes vont de l'un à l'autre, diminuant ainsi la résistance de la plaque aux derniers coups.

Ces considérations expliquent comment une plaque qui reste indemne après l'essai anglais, peut présenter des fractures accentuées après l'essai français. Nous pouvons même donner aujourd'hui un exemple frappant à l'appui de cette observation, en invoquant les résultats de l'essai comparatif pratiqué récemment à Gavre sur deux plaques en acier du Creusot. Ces deux plaques en acier au nickel avaient été fabriquées dans les mêmes conditions, elles avaient toutes deux à peu près les dimensions de celles d'Annapolis; l'une fut éprouvée dans les conditions américaines et l'autre dans les conditions françaises. Dans ce dernier cas, le rapport de la vitesse de tir à la perforation était même fort inférieur à celui de l'essai américain, et cependant, malgré toutes ces conditions plus favorables en apparence, les dégâts furent beaucoup plus marqués sur la plaque française. Le compte rendu de cette épreuve a été publié dans le numéro du *Yacht* du 14 octobre 1891, et nous avons tenu à le résumer ici, car cet exposé nous paraît tout à fait décisif.

La plaque soumise à l'essai américain avait 2m 518 de long sur 2m 520 de large et 0m 265 d'épaisseur. Elle fut attaquée avec le canon de 16 centimètres, tirant 5 projectiles en acier forgé à la vitesse de 658 mètres, représentant un rapport de 1,26 à la perforation du fer; elle arrêta les 5 projectiles, et elle resta entière, ne présentant que des fentes légères. Les pénétrations varièrent de 283 à 428 millimètres.

La plaque soumise à l'essai français avait 2m 516 de long sur 2m 520 de large et 0m 250 d'épaisseur. Elle fut attaquée avec le canon de 24 centimètres, tirant 3 projectiles en fonte dure à la vitesse de 409 mètres, donnant seulement le rapport de 1,10 à la perforation du fer. La plaque brisa les trois projectiles, mais elle présenta de grandes fentes transversales rejoignant les trois impacts et allant jusqu'au can gauche et au can supérieur; la pénétration est indiquée 0,156 pour un coup seulement. Cette plaque fut reçue avec la seconde mention « excellente ».

Ces deux tirs nous paraissent montrer avec évidence que les essais français sont en réalité beaucoup plus rigoureux que la simple considération de la perforation ne semblerait l'indiquer au premier

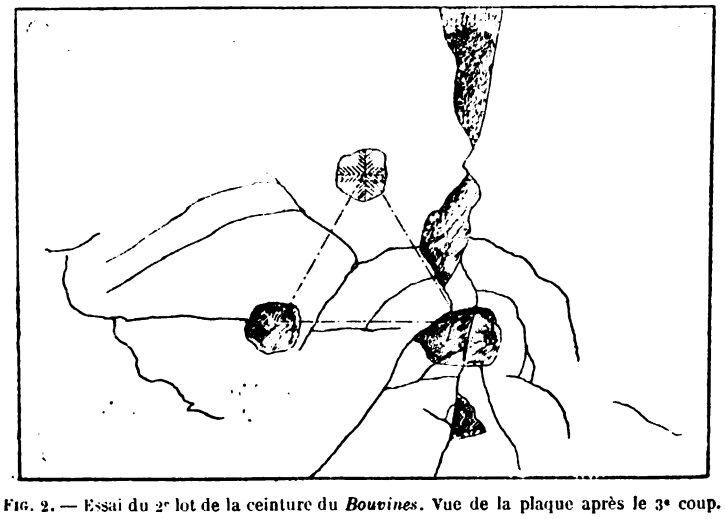


Fig. 2. — Essai du 2e lot de la ceinture du *Bouvines*. Vue de la plaque après le 3e coup.

abord, puisque une plaque qui a supporté l'épreuve américaine d'une manière exceptionnelle n'obtient ici qu'une mention, fort élevée sans doute, mais déjà obtenue et dépassée dans d'autres essais. Cette considération témoigne donc de la qualité des produits obtenus dans nos

Digitized by Google

diverses usines, elle explique la haute valeur qui s'attache aux mentions de bonne qualité de la Commission de Gavre, valeur qui est appréciée du reste, non seulement en France, mais encore à l'étranger, où tout le monde rend un hommage mérité aux précautions minutieuses et précises dont elle s'entoure, et à la haute impartialité dont elle fait preuve.

Il ne nous paraît donc pas douteux que nos plaques françaises de fort satisfaisante, et dans les essais pratiqués à Gavre, sur les plaques mixtes gabariées, il est rare qu'on observe des dessoudures un peu étendues. Les morceaux d'acier dur qui se détachent n'occupent qu'une partie de l'épaisseur de la couverte et n'affectent pas la ligne de soudure. L'aspect général se rapproche de celui de la plaque représentée figure 2.

C'est une plaque mixte provenant de la ceinture du *Bouvines*,

Tableau résumant les résultats des divers essais mentionnés pour les plaques de blindages.

Nature du métal.	Nom du navire.	Date de l'essai.	Lieu de l'essai.	Dimensions des plaques. Longueur.	Largeur.	Épaisseur.	Projectiles. Calibre.	Poids.	Vitesse.	Nombre de coups tirés et nature des projectiles.	Vitesse de perforation. Plaque en fer.	Rapports de la vitesse de tir à la perforation.	Rapports du diamètre des projectiles à l'épaisseur.	Pénétration.	Effets produits sur les projectiles.	Effets produits sur la plaque.
Essais anglais avant 1888.	»	»	à bord du Nettle.	»	»	0,279	0,228	116k	408m	3 fonte Palliser	429	0,95	0,82	»	Brisés.	Dégâts peu sensibles.
Mixte Cammell . .	Tir d'étude	24 mars 88	»	2,44	1,83	0,265	0,152	45,36	602	3 acier et 2 en fonte Palliser.	490	1,22	0,58	Acier 0,12 Fonte 0,05	Les projectiles en acier sont arrêtés, les ogives restent dans l'impact, ceux en fonte sont brisés.	La plaque présente quelques criques légères.
Acier Cammell . . .	»	19 mai 1888	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	Acier 0,38 à 0,33	Les projectiles en acier sont arrêtés.	La plaque présente quelques criques légères.
Mixte Brown . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	Supérieures à l'épaisseur.	Les projectiles en acier s'arrêtent dans la muraille en bois.	La plaque est traversée.
Mixte Brown . . .	»	Juillet 1889	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	0,25 à 0,30	1 projectile d'acier brisé, 2 arrêtés.	La plaque a quelques criques.
Acier Wickers. . .	»	Sept. 1888 et févr. 89	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	0,33	Les projectiles d'acier rebondissent cassés.	La plaque a quelques criques.
Mixte Cammell . .	Hood et Royal Sovereign.	Mai 1890.	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	»	2 projectiles arrêtés dont 1 cassé, le 3e pénètre dans le massif en bois.	La plaque est traversée.
Mixte Cammell . .	Infanta Maria Theresa.	Sept. 1890	»	»	»	»	»	»	»	3 acier et 2 en fonte Palliser.	»	»	»	Supérieures à l'épaisseur.	2 projectiles d'acier traversent et pénètrent dans le massif en bois.	La plaque a de nombreuses criques.
Mixte Brown . . .	Essai hollandais	Novem. 89	Helder.	2,75	1,83	0,28	0,28	252	409	3 acier.	340	1,20	1 »	Fortes pénétrations.	2 projectiles brisés, le 3e traverse.	Des morceaux de la couverte sont détachés.
Mixte Brown . . .	Tir d'étude	Mars 1891.	Shœburyness.	1,22	1,22	0,228	0,152	45,36	558	1 acier Hadfield	443	1,25	0,66	»	L'obus reste entier.	La plaque est traversée.
Procédé Trésidder.	Tir d'étude	Mars 1891.	Shœburyness.	1,22	1,22	0,228	0,152	45,36	558	1 acier Hadfield	443	1,25	0,66	»	L'obus est brisé.	La plaque a quelques criques.
Procédé Trésidder.	Tir d'étude	Mai 1891.	Shœburyness.	1,22	1,22	0,228	0,152	45,36	569	1 acier Hadfield	443	1,28	0,66	»	L'obus est brisé.	d°
Procédé Trésidder.	Tir d'étude	Juin 1891.	Shœburyness.	1,22	1,22	0,265	0,152	45,36	599	1 acier Hadfield	490	1,22	0,57	»	L'obus est brisé.	d°
Procédé Trésidder.	Tir d'étude	23 juill. 91	Shœburyness.	1,22	1,22	0,265	0,152	45,36	594	3 acier Hadfield	490	1,21	0,57	»	2 projectiles se brisent le 3e atteint le massif.	La plaque est fendue.
Procédé Trésidder.	Tir d'étude	»	Portsmouth.	2,44	1,83	0,265	0,152	45,36	602	3 acier Holtzer et 2 Palliser.	490	1,22	0,58	Très faible.	Les 3 projectiles d'acier sont brisés.	La plaques a quelques criques.
Mixte Brown . . .	Essai russe	Novem. 90	Ochta.	2,45	2,45	0,254	0,152	40,54	604 635	2 acier forgé. 3 —	504 504	1,19 1,26	0,60 0,60	0,33 — 0,38	2 projectiles restent engagés, les 3 derniers projectiles traversent la muraille.	La plaque a 5 criques et une grande fente.
Acier Wickers. . .	Essai russe	Novem. 90	Ochta.	2,45	2,45	0,254	0,152	40,54	604 635	2 acier forgé. 3 —	504 504	1,19 1,26	0,60 0,60	0,20 0,32	2 projectiles rebondissent, 1 rebondit, et 2 restent engagés.	La plaque a quelques fentes.
Acier Creusot. . .	Essai russe	Novem. 90	Ochta.	2,45	2,45	0,254	0,152	40,54	604 635	2 acier forgé. 3 —	504 504	1,19 1,26	0,60 0,60	0,23 0,18 à 0,28	Les 5 projectiles rebondissent, 2 sont brisés.	La plaque a de grosses fentes.
Mixte Cammell . .	Essai russe	Novem. 90	Kolpino.	2,45	2,45	0,254	0,152	40,54	592 635	2 acier forgé. 3 —	504 504	1,18 1,26	0,60 0,60	0,30 0,30 à 0,40	4 projectiles sont arrêtés, le 5e traverse la muraille.	La plaque est criquée.
Acier Creusot. . .	Essai américain	Sept. 1890	Annapolis.	2,438	1,828	0,267	0,152 0,203	45,36 93,25	632 564	4 acier forgé. 1 —	493 424	1,26 1,32	0,58 0,76	0,30 à 0,35 0,38	Les projectiles rebondissent, le projectile rebondit cassé.	La plaque présente 2 grandes fentes en X.
Acier nickel. . . .	Essai américain	Sept. 1890	Annapolis.	2,438	1,828	0,267	0,152 0,203	45,36 93,25	632 564	4 acier forgé. 1 —	493 424	1,26 1,32	0,58 0,76	Pénétrations plus fortes.	3 projectiles sont cassés, les ogives restent dans l'empreinte	La plaque n'a que des criques fines.
Mixte Cammell . .	Essai américain	Sept. 1890	Annapolis.	2,438	1,828	0,267	0,152 0,203	45,36 93,25	632 564	4 acier forgé. 1 —	493 424	1,26 1,32	0,58 0,76	Pénétrations plus fortes.	3 projectiles traversent la plaque, 2 traversent la muraille.	Des morceaux de la plaque sont détachés.
Acier forgé, procédé Harvey. . .	Essai américain	14 fév. 91.	Annapolis.	2,438	1,828	0,267	0,152	45,36	629	6 acier forgé.	492	1,24	0,58	0,10	Les 6 projectiles sont brisés.	La plaque est cassée.
Acier au nickel du Creusot	Tir d'étude en France.	Juillet 91.	Gavre.	2,518	2,520	0,265	0,16	45	658	5 acier forgé.	521	1,26	0,60	0,309, 0,393, 0,283, 0,428, 0,344	1 projectile est cassé, tous restent dans l'empreinte.	La plaque a quelques fentes fines.
Acier au nickel du Creusot	Tir d'étude en France.	Juillet 91.	Gavre.	2,518	2,520	0,265	0,24	144	409	3 fonte dure Châtillon-Commentry.	372	1,10	1 »	0,456 (non indiqué pour les 2 autres).	Projectiles brisés en gros fragments.	La plaque présente deux grandes fentes à angle droit.
Acier carburé au nickel Bethlehem.	Essai américain	31 oct. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 95,25	632 533	4 acier Holtzer. 1 acier Firminy	495 422	1,26 1,25	0,58 0,76	0,31 0,39	Voir le tableau précédent.	Voir le tableau précédent.
Acier peu carburé au nickel Carnegie	Essai américain	31 oct. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 95,25	632 533	4 acier Holtzer. 1 acier Firminy	495 422	1,26 1,25	0,58 0,76	0,52 0,52	d°	d°
Acier peu carburé Bethlehem Harvey	Essai américain	31 oct. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 95,25	632 533	4 acier Holtzer. 1 acier Firminy	495 422	1,26 1,25	0,58 0,76	0,20 1,06	d°	d°
Acier carburé nickel Carnegie . . .	Essai américain	14 nov. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 113,40	632 518	4 acier Holtzer. 1 Carpenter	495 389	1,26 1,33	0,58 0,76	0,30 0,24	d°	dd
Acier peu carburé Carnegie Harvey .	Essai américain	14 nov. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 113,40	632 518	4 acier Holtzer. 1 Carpenter.	495 389	1,26 1,33	0,58 0,76	0,38 0,40	d°	d°
Acier carburé Bethlehem Harvey . .	Essai américain	14 nov. 91.	Indian head.	2,438	1,828	0,266	0,152 0,203	45,36 95,25	632 533	4 acier Holtzer. 1 acier Firminy	495 422	1,16 1,25	0,58 0,76	0,22 0,32	d°	d°

fabrication compound pourraient supporter facilement la comparaison avec les meilleures plaques étrangères, comme elles le font en France avec les plaques en acier. Nos industriels ont réalisé, en effet, dans cette fabrication, des progrès considérables depuis qu'ils l'ont empruntée à l'Angleterre.

En ce qui concerne la soudure, en particulier, qui forme le point délicat de la plaque compound, on peut dire qu'elle est maintenant essayée en mai 1891, qui a obtenu la mention la plus haute : « supérieure ». L'usine Marrel, qui l'a fabriquée, s'est acquis, on peut le dire, une habileté spéciale dans la préparation du métal mixte, et on lui doit quelques-uns des meilleurs spécimens essayés à Gavre.

Nos fabricants français s'attachent d'ailleurs continuellement à réaliser tous les progrès dont la fabrication des blindages est susceptible : en ce qui concerne le métal compound en particulier, comme certains

Digitized by Google

ingénieurs ne sont pas éloignés de penser qu'il ne résiste pas dans des conditions aussi satisfaisantes que l'acier au tir des projectiles en acier forgé, nos industriels se préoccupent de ce défaut éventuel; il n'est pas douteux qu'ils ne parviennent à y remédier en augmentant l'épaisseur de la couche d'acier, la résistance du sommier, la dureté de la couche superficielle; et les tirs dont nous venons de parler en montrent du reste la possibilité.

A côté du métal compound, nos grandes forges ne négligent pas, d'autre part, l'étude théorique et pratique de l'acier en masse, afin de maintenir toujours la supériorité de leur fabrication quelle que soit la décision de l'avenir dans la lutte des deux métaux. C'est ainsi qu'on est arrivé à exécuter dans les usines des recherches qui sont de science pure, et celles-ci ont influé grandement sur les progrès de la fabrication, qu'elles éclairent en l'améliorant.

C'est dans les usines du Creusot, par exemple, que s'est élaborée cette belle théorie cellulaire due à MM. Osmond et Wœrth, et qui jette un jour si frappant sur la constitution intime des métaux. Nos forges sont devenues de véritables laboratoires où on examine minutieusement l'influence si caractéristique des éléments qui peuvent entrer dans la composition de l'acier, malgré leur proportion souvent infinitésimale. On y étudie en même temps la composition de toutes sortes d'alliages qui sont susceptibles d'exalter les propriétés de résistance et de malléabilité qu'on exige maintenant du métal, et c'est ainsi que ces fabrications militaires, poursuivies à grands frais d'études et de recherches minutieuses et avec un outillage d'une puissance exceptionnelle, sont le point de départ des progrès qui s'étendent ensuite à la métallurgie entière.

L'usine du Creusot a attiré l'attention, comme on sait, sur l'influence de l'addition du nickel: elle a montré l'importance des résultats qu'on en pouvait attendre, Dans un ordre d'idées différent, la Compagnie de Châtillon-Commentry présentait déjà à l'Exposition de 1889 des spécimens absolument remarquables de sa fabrication de métal extra-doux et de métal demi-dur, et nous en avons reproduit du reste des vues dans le *Génie Civil* (1). Cette Compagnie signalait en même

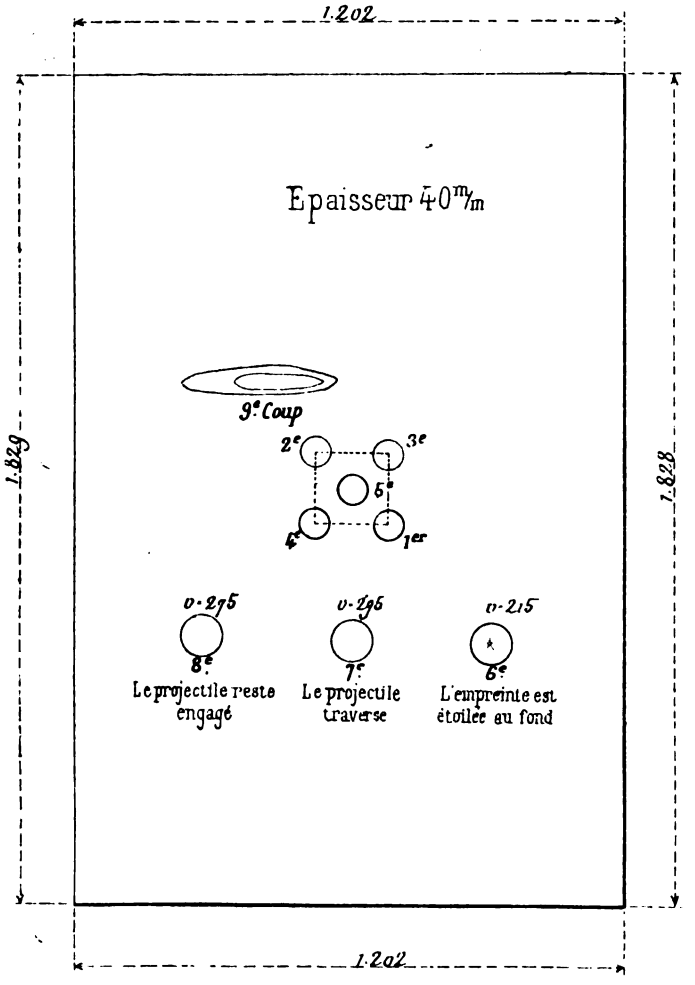


FIG. 3. — Plaque de MM. Marrel en acier spécial.

temps dans la trempe au plomb un moyen des plus intéressants de rétablir dans ces grandes masses d'acier l'homogénéité toujours altérée par le travail de forge, et d'effacer les tensions intérieures qui en résultent; une grande forge anglaise étudie même actuellement l'application de ce procédé.

L'usine de Saint-Chamond, de son côté, a fait essayer récemment une plaque d'acier de forte épaisseur pour la ceinture du *Brennus* qui était reçue avec la mention la plus haute. Celle-ci a donné, en effet, des résultats tout à fait remarquables, car elle a pu supporter, sans être traversée, les trois coups du tir de recette et deux coups de projectiles d'acier forgé tirés à des vitesses croissantes; et, malgré sa forme défavorable, au point de vue de l'essai, mais plus avantageuse peut-être à certains égards au point de vue de la fabrication, elle n'a présenté, après cette épreuve, que des fentes insignifiantes.

Dans de nouveaux essais pratiqués aux mois de janvier et d'avril dernier, et dont le détail a été publié dans une revue technique, cette usine présentait une plaque d'acier spécial de 4 centimètres d'épaisseur, dont la vitesse de perforation dépassait de 45 °/₀ celle du fer et de 30 °/₀ celle de l'acier ordinaire.

Une plaque de 25 centimètres fabriquée dans les mêmes conditions supporta, sans présenter aucune fente, six coups du projectile de 155 millimètres tirés à des vitesses de 622 à 675 mètres supérieures à la vitesse de perforation de l'acier ordinaire. Cette plaque a figuré à l'Exposition de Saint-Etienne.

Ces résultats si remarquables ne sont pas particuliers à une seule forge : l'usine de Saint-Jacques et, quelques jours après, MM. Marrel frères faisaient essayer à leur tour une plaque en acier spécial qui a présenté une résistance à la perforation au moins égale à celle de la plaque de Saint-Chamond.

Le croquis que nous reproduisons (fig. 3) donne la vue de la plaque de MM. Marrel, qui a supporté, comme on voit, le tir de dix projectiles de 10 centimètres sans présenter aucune fente.

Cinq coups ont été tirés à la vitesse de 158 mètres contre des impacts presque tangents, et n'ont donné que des pénétrations de 40 à 50 millimètres, déduction faite de la flèche de la plaque. Le tir a été poursuivi ensuite à des vitesses croissantes jusqu'à déterminer la perforation, et on a obtenu dans chaque cas des bombements d'une régularité absolue; les trous d'empreintes sont découpés avec la plus grande netteté, sans la moindre crique.

Un coup en tir oblique sous l'incidence de 12° a déterminé un sillon de 24 centimètres de longueur sans aucune fente.

L'usine de Saint-Etienne vient aussi de faire essayer une plaque en fer qui a donné des résultats exceptionnels témoignant d'un grand progrès dans cette fabrication.

Il y a là, comme on voit, des résultats qui témoignent hautement des efforts de nos industriels pour améliorer continuellement leur fabrication et assurer les qualités de protection que le pays réclame justement pour notre matériel naval.

L. BACLÉ.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 21, p. 467.

TRAVAUX PUBLICS

LES NOUVEAUX PORTS RUSSES
du bassin de la mer Noire.

(Planche XII.)

Exposé général. — Le commerce russe dans la mer Noire a pris, dans ces dernières années, un développement considérable, mais deux causes principales paraissent néanmoins retarder encore l'essor commercial du sud de la Russie. Nous voulons parler de la difficulté des communications terrestres et du défaut d'aménagement des ports maritimes.

Bien peu de routes carrossables existent à l'heure actuelle dans le vaste empire russe. Les transports sont très onéreux et les récoltes de céréales, qui constituent l'élément principal d'exportation du bassin de la mer Noire, si elles ne sont pas faites à proximité d'un fleuve navigable ou d'une ligne de chemin de fer, ne peuvent servir qu'à l'alimentation locale.

De plus, un bien petit nombre de ports sont disposés de manière à recevoir les navires d'un fort tirant d'eau. Le chargement et le déchargement doivent le plus souvent se faire en rade et parfois même bien loin du rivage; le fret des marchandises se trouve ainsi hors de prix, comme l'indique le tableau ci-dessous, où le port d'origine est celui de Marioupol, sur la mer d'Azow. La base des transports correspond habituellement à 160 kilogr. (10 pouds). La conversion en mesures françaises a été faite en fixant à 2 fr. 50 la valeur du rouble papier.

Destinations	Distances en milles.	Fret par tonne de marchandise. Vapeur. francs.	Voilier. francs.
Kertch	135	0,80 à 1,55	0,45 à 1,55
Novorossisk	199	1,90 4,40	0,80 1,55
Poti	453	2,35 5,30	1,25 1,80
Odessa	459	2,35 4,70	1,25 2,00
Constantinople	540	13,30 22,00	» »

Cette cherté des transports par mer paralyse l'exploitation des charbons du Donetz (1). On importe annuellement dans la mer Noire 300 000 tonnes de houilles anglaises et l'exportation des houilles russes ne dépasse guère 96 000 tonnes. Rendus à Odessa, les charbons anglais coûtent 28 à 31 francs la tonne par navires spéciaux et comme fret de retour des navires transportant des céréales, 22 francs à 23 fr. 50. Dans les conditions les plus favorables, le prix de la houille russe ne peut descendre au-dessous de 28 francs la tonne et la concurrence est par suite impossible.

De grands travaux d'amélioration et de construction de ports sont en cours d'exécution sur tout le littoral, et le commerce, grâce à cette intervention du gouvernement en sa faveur, va sans cesse en se développant dans toute l'étendue du bassin de la mer Noire.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 23, p. 359 (Aperçu général sur l'industrie houillère dans le bassin du Donetz).

Digitized by Google

Le littoral russe de ce bassin se divise en trois parties :
1° Le bassin occidental, qui comprend les côtes de la Crimée et les côtes à l'ouest de cette presqu'île;
2° Le bassin de la mer d'Azow ;
3° Le bassin oriental formé par les côtes de Transcaucasie.

Bassin occidental de la mer Noire. *(Côtes à l'ouest de la Crimée et côtes de Crimée.)* — La partie occidentale de la mer Noire est celle où l'essor commercial s'est développé tout d'abord. C'est par cette portion du littoral que l'empire russe s'est ouvert pour la première fois des débouchés vers la Méditerranée, et cette situation a fait d'Odessa le grand entrepôt commercial russe, de Sévastopol et de Nikolaïew les centres de la puissance russe dans la mer Noire.

A l'heure actuelle, ces trois ports sont encore les seuls reliés par des voies ferrées aux provinces intérieures de l'empire ; eux seuls, par suite, ont de l'importance.

A l'ouest de la Crimée, la côte est basse et inhospitalière ; elle n'a pas de rades naturelles. Le Dniepr, le Bug, le Dniestr y débouchent,

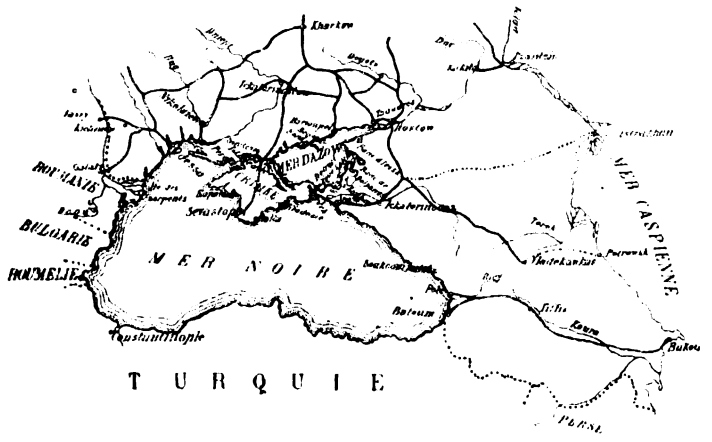


Fig. 1. — Ports russes du bassin de la mer Noire.

et les alluvions qu'ils apportent à la mer ont formé de vastes cordons littoraux ; des étangs bordent la côte dans le golfe où se réunissent les eaux de ces trois fleuves. En arrière de ces étangs sont les abruptes falaises d'argile qui limitent la steppe ; à l'ouest du golfe, ces falaises reçoivent directement les lames.

Tous les efforts des Ingénieurs sont consacrés, dans cette partie de la mer Noire, à l'amélioration des ports d'Odessa et de Nikolaïew.

Le port d'Odessa est entièrement constitué à l'abri d'ouvrages extérieurs achevés en 1884. Depuis cette époque, il n'y a été fait que des travaux de faible importance, tels que réfection de murs de quais, consolidation de jetées, etc., pour une somme totale de 3 750 000 francs. La longueur totale des quais est de 5 800 mètres.

Le commerce d'Odessa est considérable. En 1889, le port a été fréquenté par 73 voiliers jaugeant 23 426 tonneaux. Pour les vapeurs, l'entrée a été représentée par 1 225 navires jaugeant 1 489 271 tonneaux, et la sortie par 1 550 096 tonneaux.

Le port de Nikolaïew, sur le Bug, est à la fois un port militaire et un port de commerce. Il n'est accessible qu'aux navires pouvant franchir la barre du fleuve, sur laquelle on trouve des profondeurs de 6 mètres. Une somme de 4 075 000 francs a été consacrée à la construction de 1 171m 50 de quais offrant aux navires un mouillage de 20 pieds.

La presqu'île de Crimée n'est rattachée à la terre ferme que par une étroite bande de sable, l'isthme de Pérékop. Des études sont faites pour le percement de cet isthme par un canal de 12 pieds de pro-

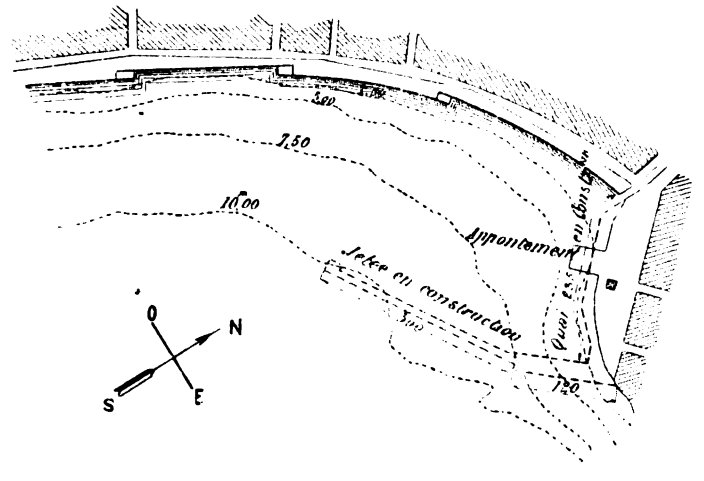


Fig. 2. — Port de Yalta.

fondeur et de 70 pieds de largeur. Ce canal aboutirait au petit port de Genitchesk, sur la mer d'Azow, et aurait 180 kilomètres de longueur, partie dans la terre ferme, partie dans les étangs qui bordent la mer d'Azow.

La côte occidentale de la Crimée est constituée par des falaises argileuses. Le port d'Eupatoria, situé sur cette côte, ne possède aucune importance, et tout le commerce est concentré dans celui de Sévastopol, à l'extrémité sud de la presqu'île, le seul qui soit relié par un chemin de fer au continent.

La côte orientale de la Crimée est très abrupte. De hautes falaises rocheuses, qui s'élèvent à 900 mètres au-dessus de la mer et s'étendent de Sévastopol au détroit d'Ieni-Kaleh, terminent la steppe à quelques mètres du rivage. Au pied de ces falaises se trouvent des coteaux abrités contre les vents froids du nord ; c'est là qu'on récolte les vins de Crimée et que se sont multipliées les riches villas, les stations balnéaires fréquentées. La plage de Yalta est pour la Russie ce que Cannes et Nice sont pour la France. Le petit port de Théodosie, situé sur cette côte, ne dessert qu'un trafic local. A l'extrémité orientale de la Crimée, se trouve le port de Kertch ; c'est un point de transbordement obligé pour les navires en provenance de la mer d'Azow ou se rendant dans cette mer, comme nous le verrons plus loin. Sa rade est sûre, mais peu profonde.

En résumé, la Crimée n'a qu'un bon port, celui de Sévastopol. Les établissements militaires y ont pris plus de développement que les établissements commerciaux, et la ville, relevée de ses ruines, est aujourd'hui le grand arsenal russe de la mer Noire. Aussi le gouvernement a-t-il récemment décidé la construction d'un nouveau port à Théodosie, de manière à exclure les navires de commerce de la rade de Sévastopol. Ce projet entraînera une dépense d'environ 25 millions de francs et la construction de 60 kilomètres de chemin de fer, pour relier Théodosie au réseau existant.

Un port de refuge est en construction dans la rade de Yalta (fig. 2). Il sera formé d'une jetée orientée du N.-E. au S.-O, protégeant un quai de 235 mètres de longueur adossé à la rive. Ce quai, construit en blocs de béton, pourra recevoir des navires de 9 pieds de tirant d'eau. La jetée, longue de 420 mètres, sera accostable sur 120 mètres avec un mouillage de 20 pieds. La jetée et le mur de quai seront constitués par des assises de blocs en béton reposant sur des enrochements.

Bassin de la mer d'Azow. — La mer d'Azow, constituant un golfe avancé dans les terres, faciliterait l'exportation des charbons du Donetz et des céréales de la vallée du Don ou de la Ciscaucasie, si la navigation y était facile ; mais les profondeurs y sont partout très faibles, ce qui en interdit l'accès aux grands navires ; la sonde ne descend en aucun point au-dessous de 42 pieds (14m 70).

Le Don débouche dans cette mer par un large delta, au fond du golfe de Taganrog, long de 130 kilomètres, et sur les bords duquel se concentre toute l'activité commerciale.

La salure de l'eau est plus faible que dans la mer Noire ; la densité est de 1,00097, alors que celle des eaux de la mer Noire est de 1,0154 et celle des eaux de la mer Méditerranée de 1,0289.

Un courant perpétuel, souvent assez violent, prend naissance dans le golfe de Taganrog, longe les côtes orientales et occidentales, et jette le trop-plein des eaux dans la mer Noire, à travers le détroit d'Yeni-Kaleh. Les côtes sont constituées par des falaises argileuses, et le courant détermine au pied de chaque cap des bancs de sable de vaste étendue. Ces bancs affectent la forme d'un triangle dont le sommet s'avance sans cesse vers le large. A l'amont du sommet par rapport au courant, la plage, à pente douce, est formée de sable à gros grains ; à l'aval elle est abrupte, et le sable est vaseux. Les principaux bancs sont ceux de Bielossarask, de Berdiansk, d'Obitotzna, sur la côte nord, d'Ieisk et de Doljansk sur la côte sud.

Dans la partie occidentale de la mer d'Azow, un long cordon littoral, la flèche d'Arabat, isole de vastes marais désignés sous le nom de mer Putride.

Les vents régnants qui soufflent du nord-ouest déterminent dans le niveau des eaux des dénivellations très dangereuses pour la navigation. La différence des hautes et des basses eaux s'élève :

A l'embouchure du Don, à.	2m 60
Au port de Taganrog, à.	3m 35
Au port de Marioupol, à.	1m 45
Au détroit d'Yeni-Kaleh, à.	0m 45

A l'heure actuelle, la plupart des navires à destination de la mer d'Azow sont obligés d'opérer un transbordement dans la rade de Kertch, car la profondeur du détroit d'Yeni Kaleh en eaux moyennes ne dépasse point 4m 50. L'ouverture d'un chenal de 10km 330 de longueur sur 64 mètres de largeur et 22 pieds de profondeur est en cours d'exécution. Les travaux, donnés à l'entreprise, ont été commencés en 1885, et seront achevés en 1891 ; le matériel de dragage appartient à l'Etat, et le mètre cube dragué est payé 4 francs à l'entrepreneur ; le devis des travaux s'élève à 1 665 000 francs.

Les ports de la mer d'Azow qui ont quelque importance sont ceux de Rostow-sur-le-Don, Taganrog et Marioupol, les seuls qui soient desservis par des voies ferrées.

Rostow et Taganrog se partagent les exportations du bassin houiller du Donetz, qui atteignent annuellement 50 000 tonnes environ pour chacun de ces ports. Leur outillage est insuffisant ; à Rostow, les transports des wagons aux navires se font à la brouette ; à Taganrog, un armateur a installé des voies Decauville et fait décharger les wagonnets dans des couloirs en bois qui jettent la houille à fond de cale. L'opération coûte 80 centimes la tonne, et un matériel composé de trente wagonnets peut suffire au chargement de 240 tonnes par jour.

Dans aucun de ces deux ports il n'y a de quais verticaux, et l'on y trouve seulement quelques estacades en bois.

Rostow est cependant l'un des ports importants de la mer Noire. Il est situé sur le Don, à 60 kilomètres de l'embouchure, dans une position avantageuse ; mais la barre du fleuve n'en permet que difficilement l'accès aux navires de 6 pieds de tirant d'eau.

Taganrog, dont le port a été creusé par Pierre le Grand, est aujourd'hui bien déchu. C'est en dehors des jetées que stationnent les

Digitized by Google

navires, car une plage s'est formée entre elles, et rien ne subsiste plus de l'ancien bassin.

C'est dans le golfe de Taganrog, à 45 kilomètres à l'ouest de la ville, que stationnent les navires qui viennent chercher des cargaisons de céréales! Malgré ces détestables conditions de navigation, Rostow et Taganrog sont très prospères. Chacune de ces deux villes a plus de 50 000 habitants. Leur fortune est due à une admirable situation géographique.

Rostow est un point de passage obligé pour les marchandises en provenance du bassin de la Volga et à destination de la mer Noire. Un chemin de fer de 78 kilomètres de longueur relie le port de Tzaritzin sur la Volga, à celui de Kalatch sur le Don; et, bien que la navigation sur ce dernier fleuve soit difficile par suite des bancs qui encombrent son lit, le transit de la mer Caspienne par la Volga et le Don vers la mer Noire est assez important. Enfin, la ligne de chemin de fer de Rostow à Vladikawkas a fait, jusqu'en 1887, du port de Rostow le centre des échanges de la Ciscaucasie. Le nouveau port de Novorossisk, sur la mer Noire, lui fait aujourd'hui concurrence.

A l'entrée du golfe de Taganrog se trouve le petit port de Marioupol, plus facilement accessible que les précédents. Il exporte des céréales et de la houille, et de grands travaux y sont en cours d'exécution.

Un avis du Conseil de l'Empire, ratifié par le tzar le 27 novembre 1884, y a décidé la construction d'un port en eau profonde; la dépense a été évaluée à 11 250 000 francs.

Ces travaux comprennent (fig. 3 et pl. XII):

1° La création d'un port d'hivernage dans l'embouchure d'une rivière au moyen d'un quai de 238 mètres et d'une cale de 85 mètres, avec une profondeur d'eau de 9 pieds;

2° La création d'un port en eau profonde de 14 pieds de profondeur, avec un quai de débarquement de 852 mètres de longueur et des jetées de fermeture de 3 527 mètres de développement total.

L'infrastructure des jetées et les fondations des quais sont constituées par des encoffrements de pieux jointifs fortement entretoisés et remplis d'enrochements calcaires. Les superstructures sont maçonnées. L'emploi du bois, que l'abondance des forêts et le peu de salure des eaux justifie pleinement, est la caractéristique de ces travaux, dont les dessins permettent de saisir tous les détails.

FIG. 3. — Plan de la rade de Marioupol.

Dans la construction de la jetée, on laisse écouler un délai de trois ans après l'achèvement de l'infrastructure avant de démolir le pont de service, pour permettre le tassement des enrochements. Dans la construction des murs de quai, on surmonte ces enrochements d'un lit de béton dérasé au niveau des mers moyennes et on protège le parement des maçonneries par des poteaux en bois.

Bassin oriental de la mer Noire. — *Côtes de la Transcaucasie.* — A l'ouest du détroit d'Yeni-Kaleh, commence la côte de la Transcaucasie

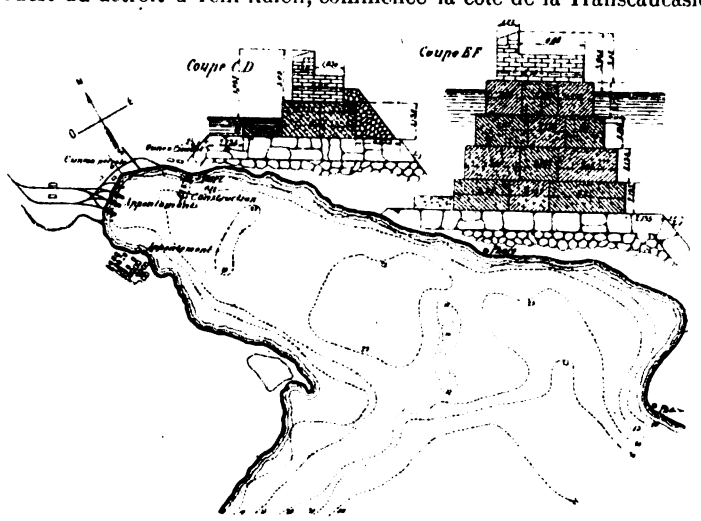


FIG. 4. — Rade et port de Novorossisk.

qui, le long du territoire russe, se présente sous la forme d'un arc de parabole dont le sommet serait à Poti, à l'embouchure du Rion. Au nord des marais et des plaines qui bordent les rives du fleuve, la chaîne du Caucase dessine une corniche baignée par la mer Noire, et elle s'abaisse graduellement depuis les hauts sommets de l'Elbroux jusqu'aux collines disparaissant sous la presqu'île du Kouban. Au sud de Poti, les ramifications de l'Anticaucase et les montagnes de l'Arménie s'avancent aussi jusqu'au bord de la mer.

Le long de la corniche de la mer Noire, il n'existe presque aucune route. Le pays a été abandonné, il y a 27 ans, par ses habitants musulmans; il n'a pas encore été repeuplé et les communications y sont fort difficiles. La création d'un port sur cette côte inhospitalière répondait à un besoin pressant de la navigation, et ce port pouvait de plus être appelé à un grand avenir si l'on avait soin de le relier par une voie ferrée aux fertiles plaines de la Ciscaucasie. Un avis du Conseil de l'Empire a décidé, il y a quelques années, cette création, et c'est sur la rade de Novorossisk qu'a porté son choix. Un ukase du 15 janvier 1885 a affecté 8 975 000 francs à cette dépense.

Les travaux comprennent la création d'une jetée polygonale de 852 mètres de développement et d'un quai de 270m 50 de longueur fondé à 20 pieds de profondeur. Ces travaux sont en cours d'exécution.

L'infrastructure de la jetée (fig. 4 et 5) et la fondation du quai sont constituées par des blocs de béton reposant sur des enrochements; les superstructures sont maçonnées. En faisant varier le nombre des assises de blocs et les dimensions de ces blocs, l'on est parvenu à donner à la jetée des épaisseurs proportionnées aux profondeurs. Pour la mise en place des blocs, on emploie un pont roulant en acier de 50 mètres

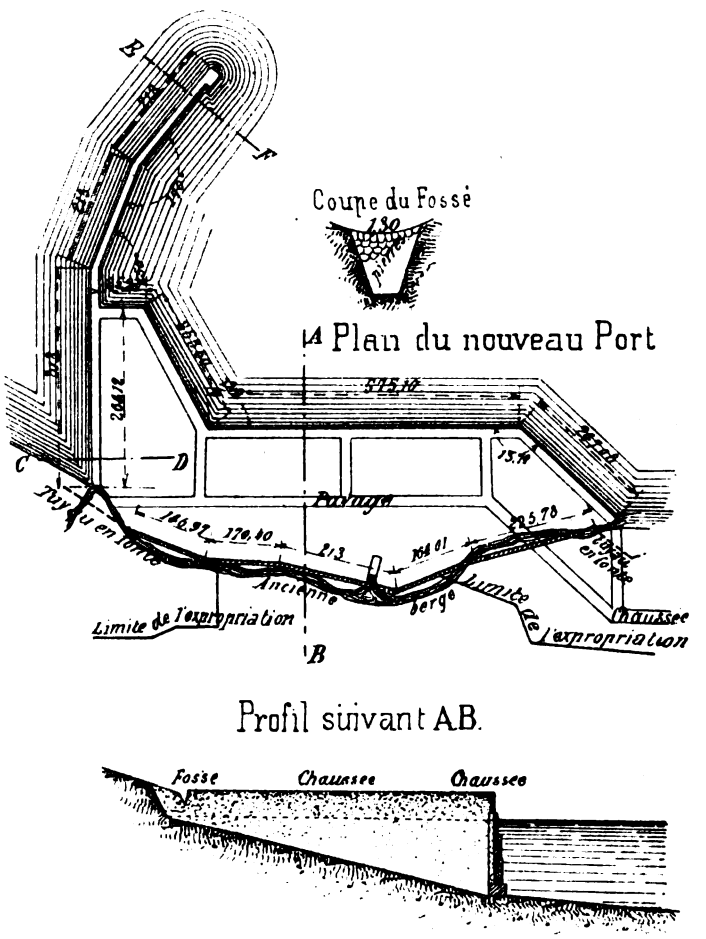


FIG. 5. — Port de Novorossisk.

de longueur et 15 mètres de largeur constitué par deux poutres à poteaux montants et croix de Saint-André, réunies par un tablier. Ce pont roule au moyen de galets sur une estacade formée de piles fortement entretoisées. L'horizontalité du chemin de roulement est assurée par des pistons hydrauliques. Le pont est maintenu en tête de la jetée en construction; il porte deux grues: l'une, fixe, est utilisée pour la mise en place des piles de l'estacade amenées par flottaison au point d'immersion; l'autre, mobile sur les semelles supérieures des poutres, sert au dépôt des blocs de béton.

Cet appareil, que vingt-quatre hommes manœuvrent avec facilité, a été construit par la maison Arrol, de Glasgow.

La ligne de chemin de fer desservant le port de Novorossisk a été livrée à la circulation en 1888. Elle se détache de la ligne de Rostow à Vladikawkas à la station de Tikoretsk, située à 182 kilomètres de Rostow. Elle a 271 kilomètres de longueur et dessert un centre assez important, Iekaterinodar.

Les facilités d'accès de ce port lui assurent à bref délai la suprématie sur Rostow, et les gisements de pétrole d'Ilsk, l'exploitation de riches carrières à ciment lui donnent dès aujourd'hui d'importants éléments de trafic.

Plusieurs lignes de chemins de fer ont été mises à l'étude pour favoriser le commerce de Novorossisk. La première se dirigera de ou près Vladikawkas vers Pétrowsk, sur la mer Caspienne. Elle sera de construction facile et aura 330 kilomètres de longueur environ. L'isthme pontocaspien sera alors traversé par un chemin de fer dans toute sa largeur et la nouvelle voie absorbera le commerce d'échange qui suit à l'heure actuelle la Volga et le Don au prix de coûteux transbordements sur la barre de la Volga et entre Tzaritzin et Kalatch. La deuxième voie ferrée reliera Astrakhan à la ligne de Rostow à Vladikawkas. Elle aura pour but de détourner vers la mer Noire le

Digitized by Google

Digitized by Google

LES NOUVEAUX PORTS RUSSES DU BASSIN DE LA MER NOIRE

(Port de Marioupol)

fig. 1. Infrastructure des jetées de port (période de construction).

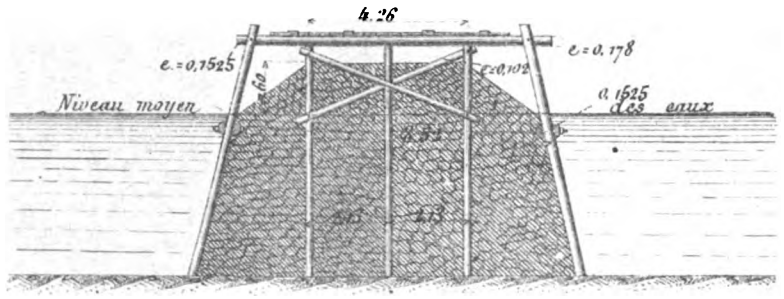


fig. 2 Jetées de port.

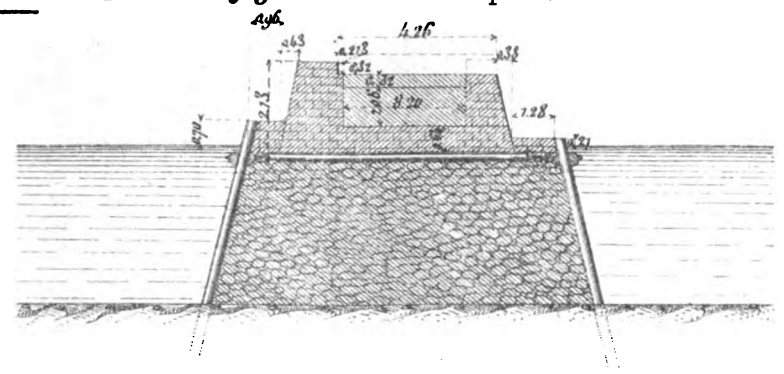


fig. 3. Enracinement des jetées en eau profonde.

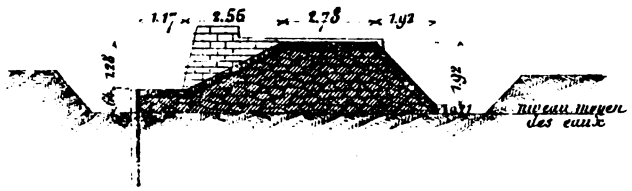


fig. 4. Quai du port en eau profonde.

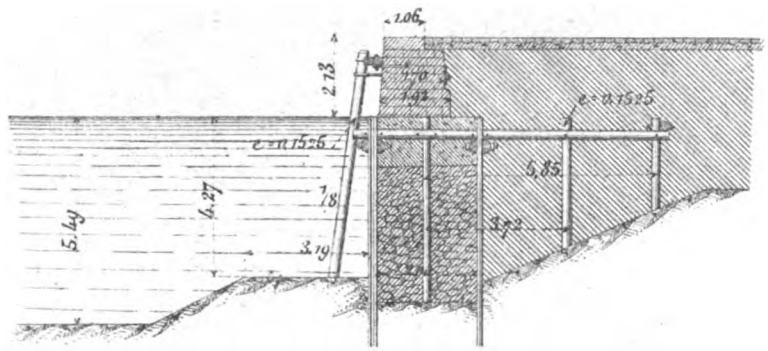


fig. 7. Cales du bassin de Kalmious.

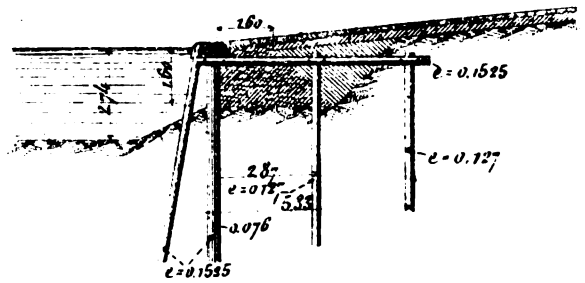


fig. 5. Cales du port en eau profonde.

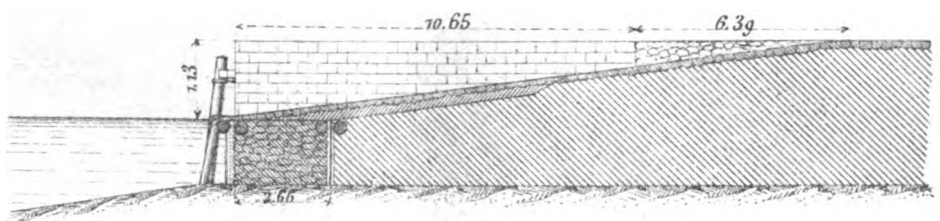


fig. 8. Digue de protection du bassin de Kalmious.

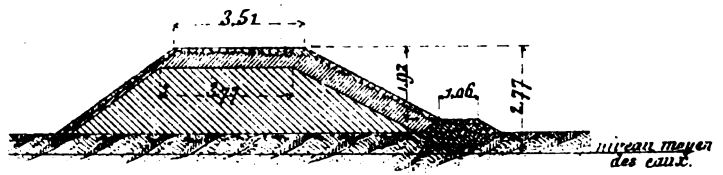
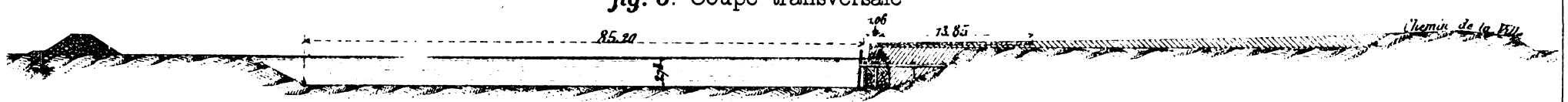


fig. 6. Coupe transversale



Echelle : 0 1 2 3 4 Mètres

Digitized by Google

commerce du bassin inférieur de la Volga, qui fait actuellement ses importations et ses exportations par Saint-Pétersbourg et Libau.

Le port de Novorossisk est situé dans une des nombreuses rades que dessine la chaîne du Caucase. Le peu d'élévation de cette chaîne a rendu facile la construction d'une voie ferrée, mais expose le port au vent du nord-ouest ou « bora » qui y soulève de véritables tempêtes. En outre, le climat est loin d'être sain, et un vaste marais, qui occupe le fond de la rade, détermine à Novorossisk des fièvres paludéennes auxquelles bien peu de personnes peuvent échapper.

Mais tous ces obstacles n'ont pu arrêter l'élan commercial qui, dès l'ouverture du chemin de fer, a atteint un magnifique essor. Du mois d'août 1888 au mois de juillet 1889, 84 navires ont fréquenté le port, désert auparavant et ont exporté 156 744 tonnes de marchandises.

Au sud de Novorossisk, la chaîne du Caucase s'élève rapidement et les ports de la côte se rattachent à la Transcaucasie. Soukhoum-Kaleh, Poti et Batoum se partagent le commerce de cette riche contrée.

Soukhoum-Kaleh ne correspond qu'à un trafic purement local, à un commerce de bois assez prospère.

Poti, à l'embouchure du Rion, s'est vu ruiner par la guerre de 1877 qui a donné la rade de Batoum à la Russie. Le port est constitué par deux jetées curvilignes qui abritent une rade en eau profonde de 6 à 7 mètres de profondeur, et un quai de faible longueur. La ville est bâtie au milieu de vastes marais, et les fièvres paludéennes y font dans la population de terribles ravages. L'abri constitué par les jetées est de plus insuffisant contre le vent du nord-ouest qui peut, dans la vallée du Rion, atteindre une grande violence. Depuis l'annexion de Batoum, Poti est à peu près abandonné.

Le port de Batoum (fig. 6) est situé dans une rade magnifique, ouverte au nord-est et fermée du côté du large par une plage de galets

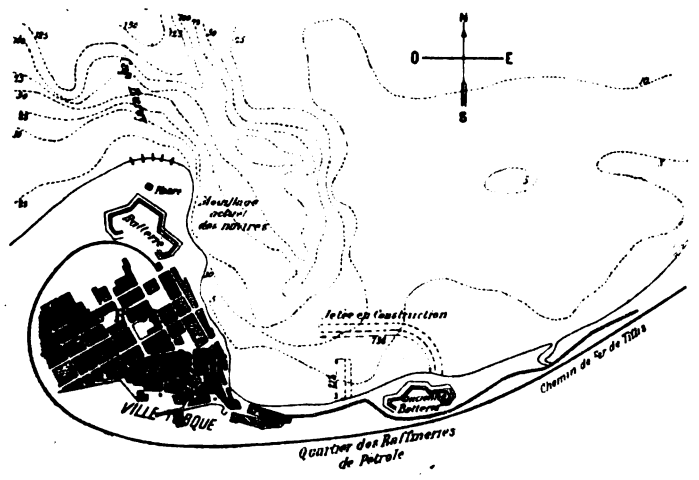


Fig. 6. — Port de Batoum.

très accore. Sur la rive occidentale de la rade qu'occupe la ville, les navires trouvent à quelques mètres du rivage des fonds de 20 mètres qui s'abaissent très rapidement jusqu'à 80 mètres.

Les travaux du port de Batoum, décidés en 1884 par le Conseil de l'Empire et évalués à 7 500 000 francs, comprennent :

1° Une jetée curviligne de 754 mètres accostable sur sa face intérieure ;

2° Un embarcadère de 213 mètres de longueur réservé pour le naphte qui est le principal commerce du port ;

3° Des épis ou digues basses destinés à arrêter l'invasion de la rade par les galets.

Ces travaux sont exécutés par la Compagnie du chemin de fer transcaucasien qui a donné à la jetée une largeur de 42m 60 au moyen de remblais crayeux compris entre deux rangées de blocs en maçonnerie. Ces blocs ont été mis en place au moyen d'un titan mobile sur la jetée elle-même. Le mouillage au pied du quai est de 24 pieds.

Mais l'essor commercial de Batoum a dépassé les prévisions, et l'insuffisance du nouveau port a été manifeste avant même son achèvement. La création de bassins sur la terre ferme a dû être mise à l'étude.

L'exploitation des naphtes de Bakou, le développement futur du réseau transcaucasien déjà prévu, assurent au port de Batoum une grande prospérité, et dans quelques années, aux deux extrémités du bassin russe de la mer Noire, Batoum et Odessa se disputeront peut-être l'honneur d'occuper le premier rang parmi les ports de l'empire.

A. Herrmann,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

CHIMIE INDUSTRIELLE

APPAREIL DE RECTIFICATION AUTOMATIQUE ET CONTINUE des alcools par première distillation,

de M. O. Perrier, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Pour bien faire apprécier l'importance de l'invention que nous allons décrire, nous croyons utile d'exposer d'abord, dans un résumé historique très succinct, les progrès successifs qui ont été réalisés à diverses époques dans l'industrie de la distillation.

Connue de la plus haute antiquité, ainsi que nous le démontrent les modèles d'alambics laissés par les Grecs et les Arabes, la distillation fut d'abord utilisée à l'extraction des parfums des plantes aromatiques.

C'est au XIIIe siècle seulement qu'Arnaud de Villeneuve, professeur à la Faculté de Montpellier, et Raymond Lulle, son élève, retirent l'alcool du vin et en décrivent les premiers le procédé.

L'alcool, dont l'effet stimulant bien connu lui valut alors le nom d'*aqua vitæ*, eau-de-vie, resta tout d'abord consacré aux usages médicinaux, et sa fabrication tenue secrète, fut pendant plusieurs siècles confinée dans le laboratoire des alchimistes. Aussi n'est-ce qu'au XVIIe siècle que l'eau-de-vie commence à se vulgariser comme boisson.

Déjà, au XVIe siècle, Libavius, en Saxe, rapporte que l'esprit-de-vin peut s'extraire, non seulement des moûts fermentés de fruits sucrés, mais encore de la bière, des grains, des glands.

Au XVIIe siècle, Sach, en Allemagne, en mentionne la fabrication à l'aide des marcs de raisins, et le physicien napolitain Porta décrit, entre autres appareils, l'alambic dénommé « l'hydre à sept têtes, » à l'aide duquel il opère une classification d'eaux-de-vie à des titres divers.

Au XVIIIe siècle, les frères Argand, de Montpellier, font une première utilisation de la chaleur latente des vapeurs alcooliques par l'emploi du *condenseur chauffe-vin*, dans lequel ils substituent à l'eau du réfrigérant, le vin même destiné à la distillation, et à cette même époque remonte la découverte la plus considérable qui ait été réalisée dans l'art de la distillation, découverte due à Glauber, qui, en posant les principes exacts de l'enrichissement des vapeurs, devait désormais imprimer aux recherches leur véritable orientation.

Glauber, le véritable initiateur de la méthode dite de Woolf, eut l'idée de diriger les vapeurs à travers des liquides renfermés dans des vases communiquants.

Les vapeurs émises par la chaudière (fig. 1) étant déjà plus alcooliques que le liquide en ébullition, donnaient, en se condensant dans le premier vase, un liquide d'un titre plus élevé que le vin soumis à la distillation.

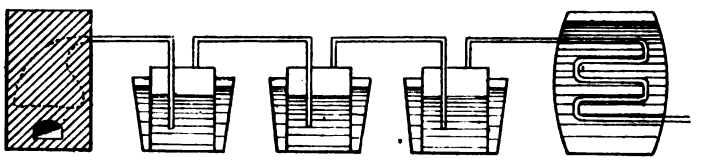


Fig. 1. — Méthode Glauber pour la rectification des alcools.

La chaleur latente de vaporisation qui se dégageait pendant cette condensation, vaporisait à son tour, au sein de ce deuxième liquide plus alcoolique, un produit plus riche en alcool qu'il ne l'était lui-même, et cette loi si rapide de l'enrichissement des vapeurs, s'accentuant encore sous l'influence de l'abaissement de température qui existait d'un vase à l'autre, Glauber put obtenir en une seule opération, à l'aide d'un foyer unique et d'un nombre très limité de vases communiquants, de l'alcool à titre élevé, sans recourir aux rectifications successives que nécessitaient les autres alambics.

La véritable loi de l'enrichissement et de l'analyse des vapeurs était trouvée.

C'est cette idée générique de Glauber qui fut appliquée industriellement au commencement de ce siècle par Edouard Adam.

Sur les données qui lui furent fournies par Solimani, professeur à l'Ecole Centrale du Gard, Edouard Adam, combinant dans une judicieuse application les deux innovations de Glauber et d'Argand, créa le premier appareil industriel de distillation avec vases barboteurs et chauffe-vin réfrigérant.

A la même époque, la seconde solution de l'enrichissement des vapeurs était donnée par un modeste distillateur du Grand-Gallargues, Isaac Bérard, qui inventait de son côté la *colonne analyseuse* opérant l'enrichissement des vapeurs par leur refroidissement progressif au contact de surfaces de moins en moins chaudes, qui enlevaient méthodiquement aux vapeurs leur surabondance de calorique et provoquaient ainsi la condensation des produits aqueux les moins volatils.

L'application de cette idée remarquablement simple et efficace, permit à Bérard d'obtenir des titres élevés tout en supprimant les contre-pressions intérieures beaucoup trop élevées dans les appareils d'Adam.

La simplicité des organes réalisant son invention lui en permit l'adaptation facile et peu coûteuse aux alambics existants, ce qui lui valut une rapide vulgarisation de ses procédés.

Disons enfin que Bérard parvint à graduer de son côté le titre de ses eaux-de-vie à l'aide du robinet à trois voies de son invention, qui lui donnait la faculté de faire varier à volonté l'importance du parcours des vapeurs au contact des surfaces condensatrices.

Cette colonne analyseuse, horizontale dans les appareils Bérard, fut disposée verticalement par Cellier Blumenthal, qui put alors diriger à l'encontre du courant ascendant des vapeurs, un courant descendant de liquide, et arriver ainsi à la *distillation continue*, que ne pouvaient réaliser ni les appareils d'Adam ni ceux de Bérard.

La colonne divisée en deux par Cellier Blumenthal put ainsi remplir la double fonction que possèdent les plateaux distillateurs et les plateaux analyseurs de nos colonnes actuelles.

Les plateaux du bas, réservés au courant du vin eurent pour mission d'élever progressivement sa température à l'ébullition et de favoriser la distillation de l'alcool par l'utilisation directe de l'excédent de calorique que renfermaient les vapeurs émanant de la chaudière ; tandis que les plateaux du haut complétaient l'enrichissement et

Digitized by Google

l'analyse de ces vapeurs en les exposant au contact direct de liquides de plus en plus alcooliques et de plus en plus épurés résultant de leurs condensations ultérieures.

L'appareil à distillation continue était définitivement créé par Cellier Blumenthal, et depuis lors aucune modification saillante n'est venue faire progresser cette industrie.

Les changements de forme que l'on a fait subir aux divers organes, les dispositions variées à l'infini que l'on a données aux plateaux, leur nombre plus ou moins grand que l'on a disposé dans une même colonne ont sans aucun doute contribué à améliorer la pureté de l'alcool, à réduire les frais de fabrication, mais rien n'est venu modifier son mode de préparation qui exige, aujourd'hui comme alors, le recours à plusieurs opérations.

Par la distillation continue, on ne recueille, en effet, que des alcools bruts ou flegmes, qu'il faut ensuite épurer par des opérations successives dans des appareils à rectifier : de là cette multiplicité de distillations qui subsistent encore pour obtenir de l'alcool épuré.

Il restait donc à résoudre ce difficile problème de la rectification continue par première distillation, à vaincre cette difficulté de sérier les vapeurs, de les classer, bien que se présentant aux analyseurs à des températures et dans des proportions constamment variables.

C'est à cette étude que s'est consacré M. Perrier, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole Centrale, et il a donné récemment une solution du problème qui va modifier profondément le mode de préparation de l'alcool depuis longtemps en usage, en lui faisant franchir cette dernière et grande étape qui la séparait encore de son idéal industriel (fig. 2).

Grâce à ce procédé, le distillateur pourra désormais obtenir du premier jet et en travail continu, c'est-à-dire par les moyens industriels les plus économiques, l'alcool épuré, et il pourra en même temps isoler et recueillir à l'état concentré et marchand les produits plus et moins volatils qui l'accompagnent.

Voici par quel ensemble d'observations l'inventeur a été amené à sa découverte.

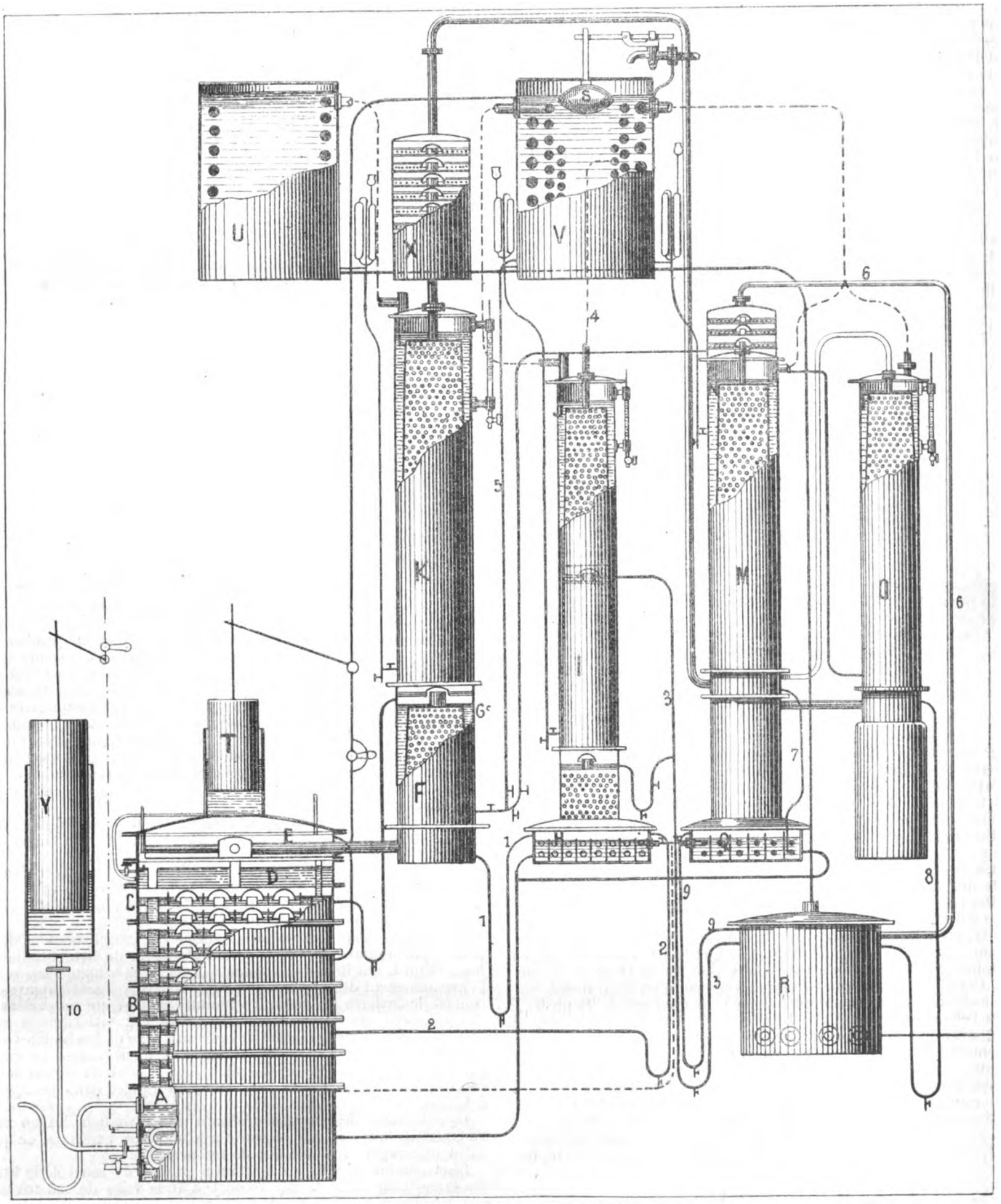


Fig. 2. — Appareil de rectification automatique et continue des alcools par première distillation.

A Chaudière d'épuisement; — B Plateau distillateur; — C Plateau rectificateur; — DE Chauffe-vin; — F Analyseur; — G Condenseur; — H Chaudière du deuxième groupe analyseur; — I Condenseur analyseur; — J Bain à température constante; — K Analyseur moléculaire; — L Condenseur à température constante; — MN Troisième groupe analyseur; — OP Condenseur analyseur; — Q Chaudière du troisième analyseur; — R Refrigérant; — S Robinet flotteur; — T Régulateur de pression; — UV Refrigérants; — X Laveur à plateaux; — Y Régulateur de pression; — 1 à 10 Tuyauterie.

Digitized by Google

Dans tous les appareils, on obtient bien d'une enceinte à l'autre des produits de plus en plus volatils à mesure qu'on s'éloigne de la source de chaleur, mais rien ne venant délimiter cette température qui règne dans chaque enceinte, si à un moment donné un régime de température vient à s'établir, rien ne vient en assurer la fixité.

Que l'on prenne, en effet, une enceinte quelconque, soit l'un des vases communiquants des appareils Glauber ou Adam, soit l'un des plateaux des appareils Bérard, Cellier Blumenthal ou autres, la température que l'on y observera à un moment donné ne se maintiendra constante qu'à la condition que les causes multiples qui ont concouru à l'établir restent aussi les mêmes.

Il faudrait donc :

1° Que le moût fermenté soumis à la distillation, d'une composition toujours constante, fût, en outre, très régulièrement introduit dans l'appareil et à la même température;

2° Que l'organe de chauffe pût transmettre toujours la même quantité de chaleur;

3° Enfin, que les vapeurs fussent constamment exposées dans leur parcours aux mêmes conditions exactes de refroidissement.

Mais que l'une quelconque de ces variables vienne à se modifier, et, à moins qu'une réaction compensatrice ne vienne très exactement rétablir l'équilibre rompu, le régime de température antérieurement établi se modifiera aussitôt, entraînant une variation correspondante dans la composition des vapeurs qui traversent les diverses enceintes, comme aussi dans la nature des liquides qui se trouvent condensés dans chacune d'elles.

Ce premier exposé semblerait indiquer qu'il n'y a pas de solution pratique possible, puisque, si, parmi ces variables, certaines d'entre elles peuvent être rendues stables, d'autres, telles que la composition du liquide en voie de distillation par exemple, sont essentiellement changeantes, non pas seulement dans les chaudières à rectifier où cette variabilité est recherchée et obligatoirement incessante, mais encore dans les appareils continus, dans lesquels cette composition varie dans le cours même d'une opération.

C'est ici qu'intervient l'idée nouvelle, permettant de régulariser à étapes fixes la température des fluides, quelles que soient les variations de composition des liquides soumis à la distillation, quelles que soient les variations de chauffe auxquelles ils se trouvent exposés, quelles que soient les variations de température et d'intensité des courants refroidisseurs.

Dans tous les appareils construits jusqu'à ce jour, la condensation des vapeurs est provoquée par l'introduction dans les condenseurs d'un courant liquide froid ou irrégulièrement tiédi, dont l'intensité et le degré de chaleur varient à chaque instant, et c'est même grâce aux variations de ce courant refroidisseur, que le distillateur arrive par des tâtonnements successifs, par des retouches incessantes, à parer aux variations de composition des vapeurs et à maintenir sensiblement constant le titre qu'il veut donner à ses produits.

D'après ce qui a été dit, ce mode d'opérer indique suffisamment qu'aucune des enceintes intermédiaires ne conserve de température fixe, qu'aucune d'elles ne peut faire subir aux vapeurs des analyses toujours les mêmes, et, comme conséquence, qu'aucun des appareils actuels ne peut opérer de fractionnement régulier possible en travail continu ; de là cet inéluctable recours aux épurations ultérieures.

Pour remédier à ces causes d'irrégularités, et bien faire comprendre la valeur du nouveau principe, remontons à l'appareil Glauber, et au lieu d'entourer les vases communiquants de bains à températures irrégulières et toujours variables, supposons au contraire que par un artifice quelconque, la température de ces bains condensateurs puisse être graduée d'un vase à l'autre, et qu'elle puisse en outre être maintenue uniforme et invariable dans chacun d'eux.

Les vapeurs, en arrivant au contact de liquides progressivement plus froids, mais dont les écarts de températures restent limités et constants, étant obligées d'identifier leur degré de chaleur avec celui des divers liquides qu'elles traversent, subiront à leur tour les mêmes abaissements de températures également déterminés et invariables aussi.

Ces chutes de températures à des degrés fixes et constants amèneront donc d'une enceinte à l'autre la condensation de certains facteurs gazeux, toujours les mêmes aussi, quelles que soient leurs proportions dans le courant de vapeur, et avec le régime de température devenu invariable, s'établira un régime également invariable dans la composition des vapeurs qui traverseront chacun de ces analyseurs homothermes, comme aussi un régime invariable dans la composition des liquides condensés et retenus par chacun d'eux.

Telle est, en peu de mots, l'idée théorique qui a conduit M. Perrier à opérer progressivement, méthodiquement et à étapes fixes, la classification des vapeurs en travail continu.

L'idée consiste, on le voit, à mettre à profit les écarts de températures qui existent entre les points de condensations des divers facteurs gazeux, pour faire subir au courant de vapeur des chutes de températures déterminées et constantes correspondant à ces mêmes degrés de condensation.

Il restait à trouver le moyen pratique de maintenir ces divers condenseurs à des températures différentes, que l'on pût fixer à l'avance et dont on pût ensuite assurer la fixité de degré.

Cette difficulté a été tranchée d'une façon d'autant plus heureuse et plus sûre, que l'inventeur en est même arrivé à réaliser la *classification automatique* des divers produits fractionnés, grâce à l'absolue régularité du procédé mis en pratique.

Le principe scientifique auquel il a eu recours pour assurer cette fixité de degré, est celui bien connu de l'invariabilité du point d'ébullition des liquides dont la composition reste constante, et qui sont maintenus dans un milieu où la pression ambiante reste également invariable.

Les bains condensateurs employés sont des liquides dont les points d'ébullition correspondent exactement aux températures que l'on veut maintenir dans chaque condenseur.

Ces condenseurs clos, renferment en conséquence des liquides stagnants qui n'ont d'autre renouvellement que celui qui résulte du faible courant provenant de leurs vapeurs condensées qui retournent à leur point de départ aussitôt après avoir cédé à leurs réfrigérants respectifs, leur chaleur latente de vaporisation. Ce faible courant réintégré dans la masse liquide en ébullition est dispersé par le bouillonnement, il identifie aussitôt sa température avec celle du bain sans modifier en rien cette dernière, il se charge du calorique abandonné par les vapeurs alcooliques soumises à l'analyse, y puise sa chaleur latente de vaporisation pour aller, à l'état de vapeur, la céder aussitôt au réfrigérant et revenir de nouveau à la charge.

C'est, on le voit, *un transport de calorique par voie de chaleur latente*, et la température reste non seulement *constante*, mais encore *uniforme* dans toutes les parties du condenseur. C'est là le point capital et nouveau de pouvoir opérer l'évolution condensatrice à un degré unique invariable.

C'est cette *homothermie*, qui met les vapeurs alcooliques *automatiquement à l'abri* des irrégularités signalées dans les autres condenseurs dont la température varie d'une couche à l'autre du haut, jusqu'au bas de chacun d'eux, condenseurs qui sont en outre traversés par des courants dont l'intensité et la température sont essentiellement variables.

En comparant le mode d'action des deux systèmes de condenseurs, on remarquera de plus que dans les *condenseurs homothermes*, la condensation est opérée à haute température, et qu'on supprime, par ce fait, ces flots de rétrogradations onéreuses que l'on retrouve dans tous les appareils existants, dans lesquels on laisse aux plateaux inférieurs, ou même à la chaudière, le soin de réparer les irrégularités de condensation faites à l'aveugle dans les condenseurs froids ou irrégulièrement tiédis.

Avec les condenseurs homothermes, maintenus à haute température, les produits les plus volatils restent à l'état de vapeur, et ne subissent de mouvement partiel de recul qu'en raison des pouvoirs dissolvants que les liquides condensés exercent sur les produits gazeux aux températures fixes auxquelles les maintiennent les divers condenseurs ; mais c'est là une dissociation inévitable qui donne un minimum de rétrogradation, dissociation qui est du reste mise à profit pour compléter l'épuration.

Une dernière idée mérite encore d'attirer l'attention dans cette combinaison, c'est la disposition donnée aux analyseurs.

Dans la pratique, la condensation des vapeurs s'opérant à l'aide de condenseurs à enveloppe intermédiaire, serpentins ou autres, on pourrait être amené à conclure que le fait seul d'abaisser le degré de chaleur des vapeurs à une température déterminée par une méthode quelconque, devrait suffire à priver ces vapeurs des éléments moins volatils que des températures plus élevées auraient déjà dû complètement condenser. Mais les lois sur les tensions de vapeurs qu'émettent les liquides à toutes les températures, sont là pour nous faire comprendre que si des surfaces métalliques ou autres, maintenues à des températures déterminées peuvent abaisser la température des vapeurs, elles n'ont pas le pouvoir d'empêcher ces produits moins volatils d'être maintenus dans le mélange gazeux à l'état de diffusion, soit par tension naturelle, soit par voie de dissolution dans les autres facteurs gazeux.

Pour combattre ces causes d'impureté, il faut faire intervenir le *pouvoir dissolvant des liquides* dont l'action viendra compléter celle due au refroidissement.

A la tendance qu'ont les produits moins volatils à rester incorporés dans la masse gazeuse par voie de diffusion, il faut opposer :

1° Le coefficient d'absorption des liquides pour les vapeurs ;

2° Le coefficient de solubilité des liquides entre eux qui diminue la force élastique des vapeurs émises.

Le coefficient d'absorption est d'autant plus énergique que les liquides en contact sont mieux épurés des produits volatils qu'ils ont à dissoudre, et dans ce cas aussi on met à profit cette loi sur les tensions de vapeurs qui veut que dans un mélange de liquides volatils qui se dissolvent la tension de vapeur des liquides est abaissée et décroît avec leur proportion dans le mélange. L'épanouissement gazeux dû à la force élastique est ici tenu en échec par le coefficient de solubilité des liquides.

De là cette nécessité de mettre les vapeurs en contact moléculaire et direct avec leurs produits condensés de plus en plus épurés, afin de combattre les lois de la diffusion gazeuse par celles qui régissent la solubilité des vapeurs dans les liquides et celles qui font varier les coefficients de solubilité des liquides entre eux d'après leurs proportions.

L'analyse des vapeurs exige donc deux conditions : leur abaissement de température à un degré fixe et invariable ; leur contact direct et moléculaire avec les produits condensés progressivement épurés et bouillants.

La disposition représentée dans l'appareil Glauber n'a donc pas seulement pour but la condensation des vapeurs opérée à des températures successivement décroissantes au contact de liquides qui deviennent par ce fait de plus en plus alcooliques, elle doit être considérée comme tout aussi indispensable à l'épuration des vapeurs à température fixe, par l'application que Woolf en fit plus tard quand il se proposa de dissoudre les gaz diffusés dans un courant gazeux.

Restait donc à opérer cette convergence de température à des degrés déterminés et cette multiplicité de points de contact par des moyens aussi rapides que sûrs.

Digitized by Google

Procédant des principes rigoureusement observés dans les analyses exactes qui exigent la division à l'état moléculaire des produits à analyser, M. Perrier a composé ses analyseurs à l'aide de simples récipients qu'il remplit de perles d'égal diamètre. Les vapeurs tamisées à travers ces véritables filtres sont divisées à l'infini par ces obstacles qui ralentissent les vapeurs dans leur vitesse ascensionnelle en les déviant constamment de leur direction.

Ces mêmes obstacles limitent dans les mêmes conditions la rapidité de chute des liquides condensés qui tendraient à obéir aux lois de la pesanteur et le contact des fluides qui parcourent en sens inverse ces canalisations capillaires et mouvementées à l'infini, se trouve multiplié par l'émiettement dans lequel ils se trouvent exposés l'un à l'autre et qui touche de près à l'état moléculaire, les faibles interstices que laissent entre elles les perles sphéroïdales se trouvant simultanément occupés par les fluides à analyser, destinés à réagir les uns sur les autres.

Ces organes, de faibles dimensions, sont eux-mêmes plongés dans les bains à températures constantes et remplissent ainsi la double fonction de condenseurs et d'analyseurs ; disposition de construction tout élémentaire qui donne des analyses rapides et très exactes sans avoir recours aux hautes colonnes en usage.

Ainsi qu'il ressort des explications précédentes, le nouvel appareil (fig. 2) est donc composé de groupes analyseurs comprenant chacun :

1° Un condenseur à température uniforme et constante ;

2° Un analyseur moléculaire à contact direct.

Chacun de ces groupes analyseurs reste affecté à l'analyse de certains produits, à l'exclusion des autres, en raison de la température invariable qui limite l'étendue des analyses que chacun d'eux a mission d'effectuer, et les bains à températures constantes veillent comme autant de régulateurs à ce que les cycles d'évolution des divers produits volatils restent absolument délimités, qu'ils ne puissent chevaucher les uns sur les autres, l'invariabilité de température des condenseurs livrant à certains produits volatils toujours les mêmes, un facile passage inflexiblement refusé aux autres produits moins volatils.

En établissant de la sorte des étapes de fractionnement et d'analyse à des températures déterminées et uniformément invariables, on arrive au classement des divers facteurs gazeux dans leur ordre de volatilité, avec une précision d'autant plus grande que la température des divers condenseurs homothermes peut être réglée par dixièmes de degrés.

Le nouveau procédé permet de produire des alcools épurés sans recourir à l'intermédiaire onéreux du rectificateur vers lequel doivent converger les alcools bruts obtenus par des distilleries souvent très éloignées.

L'épuration alcoolique, loin de comporter des appareils spéciaux, nécessitant d'importantes installations, pourra désormais s'obtenir dans la ferme même où s'opère la première distillation.

Avec son appareil unique, et sans que les frais de distillation en soient plus élevés que ceux qui ne lui donnent aujourd'hui que des flegmes impurs dont les prix sont dépréciés, le fermier ou le distillateur obtiendra automatiquement du premier jet et en distillation continue, des produits rectifiés auxquels il donnera par ce fait la plus-value qui correspond exactement aux frais et aux bénéfices que comporte la rectification.

DELANNOY,
Ingénieur civil.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA PARTICIPATION DES OUVRIERS AUX BÉNÉFICES
et les difficultés présentes.

(Suite et fin[1].)

Nous avons dû, dans les chapitres qui précèdent, montrer les illusions et les dangers que la participation présente, quand on veut l'envisager comme moyen de réorganiser le salaire; nous n'avons qu'à confirmer tout ce que nous avons dit à ce sujet. Mais, dans cet article, où nous avons l'intention de parler des institutions patronales, nous manquerions à notre devoir si nous n'affirmions bien haut, que la plupart des industriels qui ont appliqué la participation, ont tenu, au moins soixante sur quatre-vingts, à faire application du capital, que ce système a pu produire, à la constitution d'œuvres de prévoyance. C'est à ces œuvres délicates et difficiles, qui témoignent l'intérêt sincère que l'on porte à la classe ouvrière, que la plupart des participationnistes ont pensé. On en juge aisément en examinant le tableau dressé en 1885 par la société fondée par M. Ch. Robert, et nous savons que le président dévoué de cette société, a toujours eu à cœur de préconiser l'application de ce supplément de salaire, soit en totalité, soit en partie, à la constitution d'un capital individuel ou d'une retraite également individuelle; toutefois, quand la somme répartie était trop faible, ce qui arrive trop souvent, il conseillait une œuvre de société mutuelle. On connaît peu les résultats obtenus jusqu'ici, on peut citer quelques exemples heureux; mais, en somme, on n'a pas encore constaté beaucoup de faits précis. Ces faits ont leur importance, nous avons le regret de ne pouvoir les préciser ; au moins, avons-nous la satisfaction de signaler les efforts qui ont été tentés dans ce sens et d'en rendre hommage à leurs auteurs.

Il nous paraît que ces efforts appuient singulièrement cette pensée, que pour beaucoup d'établissements industriels l'application du système de la participation a été *le couronnement de l'édifice du patronage*... Il est bien difficile qu'il en soit autrement : un chef de maison peut-il de prime abord associer aux résultats de ses efforts des ouvriers inconnus? Pour promettre et s'engager à donner une part de bénéfice à un personnel, ne faut-il pas avoir la certitude de réaliser ce bénéfice? Jamais on ne fera une position de ce genre, sans bien connaître le résultat de son industrie, ni sans bien connaître les mérites de ceux qui sont chargés du service de la main-d'œuvre. Il est à la fois juste et très naturel qu'il en soit ainsi. Quand cette situation est connue, on peut songer à régler les conditions auxquelles on consent librement, spontanément, à organiser chez soi ce mode spécial et très exceptionnel de rémunération, quel sera le tantième accordé et aussi l'application que l'on en fera... et, certainement, si la pensée qui conduit le chef de maison est bien celle que je cherche à traduire, le chef de maison songera à l'avenir, il fera œuvre de prévoyance; à notre avis c'est ce qu'il pourra faire de mieux.

Si tout ceci est vrai, est-il donc bien étonnant que la participation soit un fait exceptionnel? Le contraire nous surprendrait beaucoup. Cette observation, toute pratique, nous donne la preuve qu'il faut un personnel d'élite pour pouvoir l'appliquer et un chef de maison d'un caractère peu commun, qui a tout étudié, tout prévu, pour en tenter la mise en œuvre. J'ai conclu de ces réflexions, que le fait serait toujours rare et je confirme encore cette opinion. Aujourd'hui, on veut presser les industriels, pour obtenir d'eux l'application de ce système. Le projet de M. Guillemet et de ses collègues en donne le témoignage; nous l'avons discuté ce projet, nous n'y reviendrons pas, mais son but évident et irréalisable, est d'établir la participation officielle obligatoire (1). Nous n'hésitons pas à dire que c'est là une idée malheureuse. Si jamais les chambres la formulaient dans une loi, cette loi serait vraisemblablement fatale à la participation.

La participation est rare, très rare, elle n'est certes pas appliquée par un industriel sur mille; les hommes dévoués qui la pratiquent l'ont fait spontanément, d'autres pourront les imiter, mais tous repousseront la pression légale, toute mesure d'un caractère obligatoire ; et, si ce système était, comme le prétendent MM. Guillemet et ses collègues, le *seul salut de la société*, on pourrait dire, avec raison, que cette loi compromettrait la société. Heureusement, il n'en est pas ainsi. Nous avons démontré qu'il existait des modes de rémunération, qui lient parfaitement les intérêts du travail à ceux du capital. Nous allons démontrer qu'il existe, dans la pratique de notre pays, des institutions patronales inspirées par un désintéressement beaucoup plus généreux encore que celui qui conduit à la participation aux bénéfices. Il importe à la discussion de les mettre en évidence.

Nous tenons principalement à nous appuyer sur des documents indiscutables, et grâce à l'exposition d'économie sociale en 1889, ces documents abondent ; nous n'avons qu'à ouvrir les rapports du jury international, qui intéressent le groupe de l'économie sociale, pour y trouver les témoignages irrécusables d'actes qui inspirent l'admiration et le respect pour un grand nombre de nos industriels.

M. G. Berger, traçait en ces termes les instructions auxquelles étaient invités à se conformer les industriels appelés à placer sous les yeux du public les institutions patronales diverses qu'ils pratiquaient dans leurs manufactures :

« Cette section, disait-il, est un cadre où les chefs d'exploitation peuvent grouper leurs efforts, en vue d'améliorer la situation matérielle et morale de leurs coopérateurs; ils devront d'abord définir le milieu et les généralités de leur exploitation, et décriront ensuite, avec des détails statistiques, techniques et financiers, les institutions qu'ils ont fondées et leurs résultats. »

On ne pouvait mieux dire. Cet appel a été entendu; les industriels, un grand nombre d'entr'eux du moins, y ont répondu, et le groupe d'économie sociale a figuré dignement à l'Exposition universelle ; les documents qu'il a produits forment un enseignement, dont l'importance a été proclamée par tous ceux qui ont parcouru la modeste installation qui les abritait.

On trouve dans ce groupe une section spéciale affectée à la participation ; nous venons de signaler ce qu'elle a fait au point de vue patronal. Nous avons rendu à ses aspirations un hommage mérité. La participation n'a pas dans l'industrie une place qui lui permette de faire beaucoup. Le salariat, est au contraire la règle générale ; on l'attaque, on en médit, on méconnaît ses services : nous croyons indispensable de montrer ce qu'il a su faire au même point de vue patronal.

Nous voulons mettre ses œuvres en lumière, et c'est après avoir parlé de la participation, qui est présentée comme le salut, comme le nœud de la question sociale, qu'il convient d'apporter au public des faits et des chiffres. Beaucoup de nos amis diront que cette lumière est éclatante, que des écrivains autorisés ont rendu hommage aux résultats ; enfin, que le gouvernement actuel lui-même, a rendu justice à nos chefs d'industrie, par des récompenses éclatantes : 8 grands prix, 46 médailles d'or, 43 médailles d'argent, 14 de bronze, 2 mentions honorables ont marqué le mérite de l'exposition de la section des institutions patronales. Ce sont là des faits publics, et cependant M. G. Berger lui-même, par sa lettre récente au *Génie Civil*, juge qu'il faut réorganiser les conditions du salaire (2).

Ces faits publics, si considérables, ne paraissent pas agir sur l'opinion générale, le monde du travail reste troublé : il faut à tout prix de nouveaux remèdes. Nous croyons avoir démontré que parmi

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 3, p. 37 ; n° 5, p. 75 ; n° 6, p. 94; n° 7, p. 110 et n° 9, p. 144.

(1) *Economiste français* du 28 nov. 1891. E. Brelay.
(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 27, p. 441.

Digitized by Google

ceux auxquels on veut avoir confiance, on ne saurait compter sur la participation. Nous le dirons toujours, la participation est une exception et ne sera jamais qu'une exception; depuis cinquante ans, elle a donné quelques résultats dont profitent peut-être 25 000 ouvriers. Les institutions patronales, liées au salariat, s'appliquent à plus d'un million de travailleurs. Ne méprisons pas ce que nous avons conquis, cherchons à l'améliorer, c'est toujours possible, et nous ferons effort pour indiquer ce qui peut être fait dans ces vues. Mais conservons un ensemble de système de rémunération du travail qui a fait ses preuves, qui rend les plus grands services et qui apporte à l'humanité des soulagements qui doivent inspirer les sentiments d'une profonde reconnaissance.

M. Léon Say constate, dans son Rapport général du groupe de l'économie sociale, que dans aucune autre section de ce groupe, les exposants n'ont mieux ni plus complètement suivi les instructions de la Direction générale et du Comité d'organisation, que la section XIV des Institutions patronales; il ajoute qu'on peut s'en assurer en lisant les notices de M. E. Cheysson, rapporteur spécial de la section, et notamment celles qui s'appliquent aux huit grands prix. Le rapport de M. E. Cheysson n'a pas encore paru; mais, grâce à lui, j'ai eu communication des ébauches de ses notices, au cours de 1889, et il a bien voulu m'autoriser à en faire usage; c'est ainsi que j'ai établi dans mon ouvrage : *Les Accidents du travail et l'Industrie*, au chapitre V des Institutions patronales dans l'Industrie, ce que nos grands industriels pratiquaient en faveur de leurs ouvriers victimes des accidents du travail (1).

Grâce à ces documents, j'ai pu établir, assez exactement, le chiffre des ouvriers auxquels s'appliquaient les institutions patronales qui ont été présentées à l'Exposition; on peut en trouver le détail dans l'ouvrage précité, pages 117 à 121, il s'élève à 259 152; mais combien d'industriels se sont abstenus. Ainsi, dans les houillères seulement, les Compagnies représentées n'emploient que 20 448 ouvriers, et M. O. Keller, Ingénieur en chef des mines, dans sa statistique des Caisses de secours publiée en 1884 (2) relève 111 317 ouvriers, dont plus de 98 % jouissaient du bienfait de ces caisses. Deux Compagnies de chemins de fer seulement, ont fait connaître leurs institutions: elles représentent 99 000 ouvriers; or, nos six Compagnies en emploient 300 000. Il en est ainsi de toutes les industries, et certes on peut affirmer, sans crainte de se tromper, que plus d'un million d'ouvriers profitent des bienfaits de ces institutions.

Ces institutions résolvent la plupart des questions qui intéressent l'ouvrier. Les solutions, dont elles donnent des exemples nombreux, ne sont pas des conceptions; ce sont des faits, des actes qui peuvent être à chaque instant contrôlés. Le logement de l'ouvrier, son foyer si précieux est organisé; l'économie de la vie est résolue par la pratique de la coopération; l'épargne est favorisée par les moyens les plus ingénieux, les plus avantageux; des ouvroirs qui travaillent avec profit, occupent les jeunes filles; de grands établissements constituent des retraites à leurs ouvriers, ou les favorisent par de lourds sacrifices. Les charges qui sont conséquentes de ces institutions font partie des frais généraux, les Compagnies les entretiennent même en dehors de tout bénéfice et j'aurais voulu mettre ici, sous les yeux du lecteur, les jugements de MM. Léon Say et Cheysson sur les institutions de nos exploitations les plus importantes : nos grandes Compagnies de chemins de fer, la Compagnie d'Anzin, celle de Blanzy, le Creusot, le Bon Marché, Baccarat, la maison Mame; passer en revue également quelques grandes usines à l'étranger pour témoigner que partout on trouve des chefs d'industrie qui savent remplir leurs devoirs. L'Alsace, dont j'aurais aimé à donner la monographie, est un modèle pour toute l'Europe. Je me trouve dans l'obligation de me borner à ces quelques mots; ils suffiront, je l'espère, à donner une idée de la grandeur de ces œuvres. Leur étude spéciale retarderait trop notre solution; le moment est venu de conclure.

F. Le Play, dans l'avertissement de la troisième édition de son puissant ouvrage sur *l'organisation du travail*, fait cette observation aussi simple que profonde : « Les familles prospères, nous dit-il, possèdent la science la plus utile, celle qui maintient l'union entre les hommes; ces familles exercent sur leurs collaborateurs l'autorité légitime qui se fonde sur le respect et l'affection. » Cette science, la plus utile, était généralement pratiquée dans les ateliers, en un temps qui n'est pas encore bien loin de nous, et certes, ce n'était pas à l'état des salaires qu'on pouvait attribuer l'union qui existait alors; car si nous nous reportons seulement à cinquante années en arrière, nous pouvons constater qu'à cette époque, les salaires étaient à peine la moitié de ce qu'ils étaient il y a quelques années, et depuis 1880 ils se sont encore accrus de 20 %. Cette union ne saurait davantage être attribuée au fait des subventions diverses que la libéralité des chefs d'industrie accordait à leurs collaborateurs; nous avons dit, et l'Exposition de 1889 démontre, que ces libéralités, dans toutes les grandes industries, ont aujourd'hui une ampleur qu'elles n'ont jamais atteinte dans le passé. Mais, à l'époque, assez rapprochée de nous, dont nous parlons, les mœurs n'étaient pas ce qu'elles sont devenues; l'affection unissait les ouvriers à leurs chefs, la vie entre eux était pour ainsi dire commune, le contact était permanent.

Nous ne reproduirons pas ici le tableau que nous avons déjà tracé de la situation actuelle de nos industries, comparées à ce qu'elles étaient avant les progrès merveilleux de la science (3); nous rappellerons cependant que l'industrie a pris à l'agriculture des centaines de mille hommes, qui forment des agglomérations considérables dont l'existence et, surtout, l'état moral, ont été profondément bouleversés.

(1) *Les Accidents du travail et l'Industrie*. A. Gibon. — Guillaumin et Cie.
(2) *Annales des Mines*. O. Keller. — 1884.
(3) *La paix des ateliers*, A. Gibon. Guillaumin et Cie, éditeurs.

Nous dirons de plus que les hommes intéressés à ces industries, ont vécu et vivent souvent en dehors d'elles, et même en dehors de ceux qui les dirigent, que les rapports d'affection n'existent plus, ils sont presque nuls. Mais, si ces rapports sont nécessaires, s'ils sont indispensables à l'union des hommes, si l'expérience, la raison, les faits nous en donnent le témoignage, nous n'avons pas à hésiter, il y faut revenir, et si la forme ne peut plus être celle qui existait dans le passé, il faut en chercher une qui puisse s'accorder avec la situation nouvelle.

Nous avons, pendant une longue carrière, servi avec dévouement les intérêts de compagnies puissantes. Les administrateurs de ces compagnies et, en général, les administrateurs des grandes compagnies industrielles, permettront bien à un ancien directeur d'usines importantes, d'exprimer respectueusement ses sentiments sur les mesures qui lui paraissent la conséquence de cette évolution industrielle.

Je dirai donc que les questions qui s'élaborent autour des tapis verts des chambres de conseils des grandes compagnies ne doivent pas être seulement des questions administratives, des questions techniques; que même elles ne doivent pas se borner aux questions de salaires et à celles si particulièrement intéressantes de questions patronales : elles doivent aller plus loin. Si l'union est nécessaire, si elle nous est prescrite par les devoirs les plus élevés, si la belle formule de la démocratie est sincère, si la fraternité, qui la termine et la couronne, n'est pas un vain mot, qui promet tout et ne donne rien, il faut que la science, qui, d'après F. Le Play, maintient l'union entre des hommes, soit pratiquée.

Les administrateurs des compagnies anonymes ne peuvent être sur place, au milieu de leurs ouvriers; mais ils y sont représentés par des directeurs, des ingénieurs, des agents administratifs, etc., etc. Pourquoi cette science, qualifiée la plus utile par l'un des savants les plus éminents de notre siècle, ne serait-elle pas représentée au milieu de ceux qui coopèrent aux productions industrielles? Pourquoi les administrateurs d'une exploitation importante ne chercheraient-ils pas l'affection de leurs coopérateurs comme ils demandent leur travail? C'est là une voie nécessaire, il faut l'ouvrir et s'y arrêter quelquefois, si l'on veut éviter les catastrophes que nous font entrevoir les difficultés présentes.

Au cours de 1891, le Congrès des Sociétés savantes avait posé cette question : « Etudier en France et à l'Etranger les institutions qui sont de nature à faciliter l'arbitrage et la conciliation entre patrons et ouvriers ». La Société des Ingénieurs civils a délégué une Commission pour étudier la question (1). Cette Commission m'a fait l'honneur de me nommer son rapporteur. Nous nous sommes entendus sur les principes à présenter et à défendre et sur les conclusions à formuler. Ce travail a pris pour titre le but que nous cherchions : « La paix des ateliers (2) ».

Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici notre conclusion présentée sous forme de vœu :

Nous demandions : 1° que toute suspension ou interruption de travail, du fait des ouvriers ou des patrons, fût précédée d'un délai de quinze jours au moins, pendant lesquels, ouvriers et patrons porteraient vis-à-vis d'un conseil de conciliation, composé en nombre égal de patrons et d'ouvriers nommés par leurs pairs, l'objet du débat qui pouvait exister entre eux, sous peine d'une pénalité fixée par la loi : 2° que si le désaccord persistait, il serait porté vis-à-vis d'un conseil d'arbitrage, composé, comme le premier, de patrons et d'ouvriers dont les jugements seraient facultatifs, c'est-à-dire qu'ils n'obligeraient pas les parties, mais seraient rendus publics; 3° les conseils de conciliation et d'arbitrage seraient permanents; ils nommeraient leur président et leur secrétaire, au besoin de tiers arbitres; le juge de paix du canton serait intermédiaire entre les parties.

C'était déjà une conclusion analogue qui avait été présentée en 1872 par une Commission chargée par la Société des Ingénieurs civils d'étudier la loi de 1864 sur les coalitions. Nous maintenions les vues de nos collègues, convaincus par notre expérience et par les exemples qui nous viennent de l'étranger, que les conseils de conciliation et d'arbitrage peuvent rendre de grands services.

Nous n'avons rien à reprendre à ces conclusions. Il est certain que les conseils de conciliation et d'arbitrage ont rendu de grands services, et dans la récente grève générale du Pas-de-Calais, il a suffi que des arbitres des Compagnies houillères, nommés par ces Compagnies, fussent mis en présence des arbitres nommés par les ouvriers, pour que l'entente fût établie. L'histoire de cette grève générale n'est pas encore faite, mais à notre sens la fatigue était déjà grande, les motifs bien faibles, les revendications peu fondées, peu soutenables. Les arbitres ont donné aux ouvriers la plus grande satisfaction en se montrant réciproquement peu exigeants et la paix a été signée. C'est au mieux et cet exemple est un résultat. Les conseils de conciliation et d'arbitrage feront plus encore quand ils seront organisés par la loi, qu'ils seront formés uniquement de leurs pairs et qu'ils seront permanents.

Nous avons aujourd'hui la vive satisfaction de constater que M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, vient de déposer sur le bureau de la Chambre des députés, un projet de loi qui porte pour titre : Projet de loi sur *la conciliation et l'arbitrage facultatifs* en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers (3).

(1) Les membres de cette délégation étaient MM. Paul Buquet, aujourd'hui président de la Société des Ingénieurs civils; E. Bert, Ingénieur, docteur en droit; Gibon, ancien directeur des usines de Commentry; Gruner, Ingénieur civil des mines, secrétaire du Comité central des houillères de France; Moreau, professeur au Collège Chaptal; Rémaury, Ingénieur conseil.
(2) *La paix des ateliers*, A. Gibon, Guillaumin et Cie, éditeurs.
(3) *Comité central des houillères de France*, n° 532 du 1er décembre 1891.

Digitized by Google

Ce projet répond en partie à nos vœux; nous ne voulons pas le discuter ici, il nous paraît conçu dans un bon esprit; si la discussion en maintient la pensée, il est appelé à rendre des services. Cependant, il nous paraît que les chefs d'industrie peuvent mieux faire s'ils le veulent; il faudrait arriver non seulement à l'apaisement des difficultés, *il faudrait les éviter*, c'est là le but que nous ambitionnons d'atteindre : que la paix ne fût jamais troublée et pour que cela soit, il doit suffire que la science qui maintient l'union entre les hommes occupe dans la vie des ateliers la place qui lui appartient. Nous en trouvons un exemple; il s'agit d'un fait, nous allons l'exposer avec quelques détails.

Quelques hommes en France, parmi lesquels j'ai l'honneur de me trouver, ont parlé dans leurs écrits d'une organisation spéciale, unique je crois, qui existe depuis 1875 en Belgique, aux exploitations de Bascoup et Mariemont, où travaillent six mille ouvriers. M. Weiler, Ingénieur en chef des houillères de cette Société, a exposé le 26 juin 1888 à la Société Belge d'économie sociale, l'organisation complète, ou mieux, comme il le dit : l'esprit des institutions ouvrières qui se pratique à Bascoup et à Mariemont. Cet esprit répond, à notre sens, à la science qui maintient l'union entre les hommes, il répond à nos vœux les plus chers, aux intérêts les plus élevés. M. Weiler est bien celui qui pratique ces institutions, et même, je crois pouvoir l'affirmer, celui qui les a imaginées. Mais il a eu l'appui formel, et plus que l'appui, la coopération de son Conseil d'administration et le concours effectif des intéressés les plus importants de sa Société, MM. Warocqué et Lucien Guinotte, administrateur et directeur de la Compagnie, de telle façon que le conseil d'administration de cette Compagnie peut revendiquer l'honneur de l'action. C'est là ce que je crois indispensable, pour nous rapprocher de la pratique du passé, quand le chef d'industrie, dans sa conversation intime avec son personnel, s'occupait non seulement des conditions de son travail, mais de son foyer, de sa vie, de ses épargnes et de son avenir.

Les sciences, avons-nous dit, ont fait des progrès merveilleux. La science qui maintient l'union entre les hommes n'est pas restée en arrière, elle ne modifiera jamais son grand principe, qui est à la fois le sentiment profond du devoir et la sincère affection, mais elle observera ce fait, que l'homme est aujourd'hui plus instruit, qu'il voit autour de lui des merveilles qui le font réfléchir, qu'il a le sentiment de sa responsabilité ; que celui de la personnalité, de la force individuelle ne se fait pas moins sentir; si tout cela est exact, et je le crois, on doit comprendre qu'il tient de plus en plus à son indépendance, il croit qu'on doit compter avec lui, qu'il n'est plus en tutelle, que le tuteur, si excellent qu'il puisse être, doit se transformer, se rapprocher de lui, consentir, je me trompe, provoquer des rapports continus et des explications qui amènent la conviction, en un mot, organiser des moyens d'entente sur toutes les questions qui touchent à ses intérêts. C'est ce que la Société de Mariemont et de Bascoup a su reconnaître et pratiquer.

Cela établi, nous n'avons plus qu'à résumer l'exposé que M. Weiler a présenté à la Société Belge d'Economie sociale. Nous modifions seulement un peu l'ordre de son étude, qu'il divise en quatre groupes : 1° organisation de travail; 2° logements, économie de la vie; 3° institutions de prévoyance; 4° épargne. Je serai très bref tout en m'efforçant d'être clair.

Nous avons déjà dit, en parlant des divers modes de rémunération du travail, que l'ouvrier avait droit à une part de l'économie qu'il réalise ou aide à réaliser sur la main-d'œuvre. M. Weiler dit, avec nous, que la Société de Mariemont et de Bascoup s'attache à garantir à ses ouvriers une part légitime des améliorations apportées, avec leur concours, aux conditions de la main-d'œuvre. L'ouvrier qui apporte une amélioration à son travail ou qui aide à réaliser cette amélioration est certain d'être rémunéré de ses peines, et pour assurer cette juste rémunération, la Compagnie de Mariemont a constitué ses ouvriers en groupes professionnels, espèces de syndicats avec lesquels elle traite, de gré à gré, des conditions de la main-d'œuvre.

Les ouvriers sont également intéressés à l'économie des frais généraux, ils ont des primes sur toutes les économies de graissage, de combustible, d'éclairage et d'outillage et, occupés de tous ces détails, ils ne souffrent plus le gaspillage dans leurs ménages, ils deviennent éducateurs de leurs femmes et de leurs enfants.

Au sujet du prix du travail, si, malgré les soins les plus attentifs, des désaccords se produisent, l'ouvrier est assuré de son recours auprès des agents supérieurs.

La Société a pris, pour les charbonnages, une mesure plus importante : elle a formé un conseil de conciliation et d'arbitrage composé par moitié d'ouvriers et d'employés, et a remis à ce conseil le droit de prononcer en cas de conflit sur les questions de salaires.

La Compagnie, pénétrée du bienfait de la moralisation, a supprimé progressivement et depuis 1888 complètement, le travail des femmes dans la mine.

La Compagnie a construit près de 600 maisons ouvrières, qui se distinguent des habitations similaires par leur cachet d'aisance et de confort. Ces maisons sont très recherchées, leur nombre est insuffisant. La Compagnie aide, par des avances, les nombreux ouvriers qui désirent construire ; l'ouvrier qui veut devenir propriétaire, doit diriger lui-même la construction de sa maison, il en arrête la disposition et le prix. Aujourd'hui, plus du quart des ouvriers de la Compagnie, chefs de famille, sont propriétaires de leur foyer, et ce nombre s'accroît chaque jour.

Les Sociétés de coopération rendent les plus grands services.

L'organisation des logements et des Sociétés coopératives date de 1889.

Les services signalés rendus par ces établissements ont amené la constitution d'épargnes importantes. Des Sociétés particulières, composées d'ouvriers et d'employés, les administrent avec succès; les placements annuels sont de 25 à 30 000 francs.

Une Caisse de prévoyance, qui doit parer aux conséquences des dangers auxquels les mineurs sont exposés, est établie pour les dix charbonnages du district du Centre. Elle assure des pensions aux ouvriers blessés, aux veuves et orphelins de ceux qui ont perdu la vie par accident; elle accorde aussi, sur ses ressources disponibles, des pensions de retraite à ses vieux ouvriers.

Cette caisse se distingue des autres caisses analogues de la Belgique, par ce fait caractéristique que les ouvriers participent à son administration sur le même pied que les patrons et contribuent comme ceux-ci à l'alimentation de la caisse.

En dehors de cette caisse de groupe, chaque charbonnage a sa caisse particulière de secours; elle intervient pour le traitement des accidents causant simplement une incapacité temporaire de travail. A Mariemont, les ouvriers participent à son administration; ils y ont la majorité. Le conseil se compose de 4 ouvriers délégués et de 3 employés; ils administrent sévèrement. Les conseils nomment leur médecin.

Mariemont et Bascoup ont une caisse spéciale de prévoyance pour constituer des retraites aux employés. Cette caisse intervient également pour majorer les modiques pensions de retraite, servies par la Caisse de prévoyance du Centre.

Ces institutions de Caisses du Centre et personnelles sont obligatoires. La direction de Mariemont et de Bascoup a voulu faire plus : elle a engagé les ouvriers mineurs à fonder une société de secours mutuels, en vue de secours complémentaires destinés à assurer des allocations spéciales aux ouvriers incapables de travailler par suite de blessures ou de maladie. Ces sociétés sont administrées par les ouvriers eux-mêmes; elles sont prospères, elles existent pour les ouvriers mécaniciens comme pour les ouvriers mineurs, elles sont spéciales à chaque industrie. La cotisation est uniforme, 1 franc par mois; mais les mécaniciens, moins exposés que les mineurs, reçoivent 1 fr. 50 par jour de chômage, les mineurs 1 franc. Ceci en dehors de ce qui leur est servi par les caisses indiquées ci-dessus.

Nous terminons par l'exposé des institutions qui ont trait au développement intellectuel et moral des ouvriers.

La Compagnie subventionne l'Ecole industrielle de Morlanwelz, qui forme des dessinateurs, des contre-maîtres mécaniciens, des porions. Cette école est un précieux complément de l'école primaire, on la considère comme une des meilleures du royaume; elle est officielle, et près d'elle se trouve une institution libre fondée par la Soci été d'instruction populaire de Morlanwelz. Cette société compte 1 500 affiliés, dont la cotisation annuelle est de 2 francs. C'est une véritable Société coopérative d'instruction. La Compagnie de Mariemont n'intervient dans cette société que par le prêt de livres déposés dans ses bibliothèques. En dehors des écoles et des bibliothèques, il y a aussi des Sociétés d'excursionnistes, des Sociétés horticoles et des Sociétés musicales. Les ouvriers sont pour ainsi dire les seuls directeurs de ces sociétés diverses, et cette initiative est une pratique que nous apprécions.

Si maintenant nous pouvions étudier les procès-verbaux des chambres d'explications et du conseil de conciliation et d'arbitrage, nous verrions combien ces institutions libres rendent de services au point de vue de la paix des ateliers. Je dois à M. Weiler la communication de ces procès-verbaux de plusieurs années. J'ai vu toutes les questions qui se traitent dans ces conseils. Je crois qu'il est difficile de mieux faire.

Quoi qu'il en soit, la paix absolue ne saurait exister sur la terre. La Compagnie de Mariemont a eu, elle aussi, son épreuve. Les institutions que nous venons de décrire ont été violemment attaquées par le parti qu'on désigne en Belgique sous le nom d'anarchiste, et pendant deux ou trois jours, dans la période du 26 au 29 novembre 1888, les ouvriers ont partiellement suspendu leur travail. C'est ce que l'on a appelé la grève de Mariemont (1). Ce mouvement a plutôt affermi qu'affaibli les institutions sur lesquelles nous avons cru devoir nous arrêter quelque temps; elles se maintiennent avec solidité. Il n'y a pas de beaux jours sans nuage ; le ménage le plus uni n'est pas à l'abri d'un moment de mauvaise humeur, inspiré par un calomniateur. Ce qu'il importe de constater ici, c'est que pas un des membres ouvriers des conseils établis dans la Société n'a failli à son devoir.

Les institutions de la Société de Mariemont sont un exemple de ce qui peut donner le plus de garantie aux patrons et aux ouvriers ; il faut mettre les hommes en présence, et quand les intentions sont justes et droites, quand la bonne volonté est sincère, l'accord ne peut jamais être profondément troublé.

Nous avons donné quelques développements à cette organisation, parce qu'elle nous a paru rentrer dans le cadre de la science qui cherche à maintenir la paix entre les hommes; parce qu'elle paraît admirablement organisée pour maintenir l'entente sur toutes les questions qui touchent aux intérêts des ateliers et à la plus délicate, le salaire (2). Et aussi sur ce point j'appelle tout particulièrement l'attention du lecteur : cette organisation impose l'entente sur toutes les questions, par ceux qui seuls ont un intérêt à cette entente et qui, en même temps, sont qualifiés pour la conserver ; ils sont les représentants de leurs pairs, et si un jour la paix a été troublée, dans cette grande exploitation, c'est parce que les hommes méprisables, qui font métier de créer les difficultés et d'attiser les haines, ont vu qu'à Mariemont il n'y avait pour eux aucune place. En France, on l'a vu

(1) Voir le *Journal des Économistes* de mai 1889. Lettre de M. Weiler à M. F. Passy.
(2) *Organisation du travail*, § 21 de l'organisation du travail, page 145. F. le Play.

Digitized by Google

constamment, ce sont les politiciens qui font les grèves et qui en profitent au grand préjudice des chefs d'industrie et des ouvriers.

Je ne prétends pas que le système de Mariemont, qui me séduit, je l'avoue, soit pratiquable partout. Mais partout les Compagnies peuvent prendre des mesures pour que leurs représentants attitrés, soient en contact avec leurs ouvriers et aussi pour que les ouvriers soient représentés auprès d'eux; partout on peut déterminer les questions qu'ils pourront et devront étudier et résoudre, partout on peut, si on le veut sérieusement, du fait du contact direct avec les ouvriers, écarter les agitateurs, et si on le fait avec sincérité, avec cette science la plus utile, signalée par F. Le Play, et pratiquée à Mariemont, je crois qu'on évitera beaucoup de troubles. Ce sont des mesures qu'il convient de prendre en famille, qu'il faut savoir réaliser sans bruit et sans éclat; elles n'imposent aucun système. Ces systèmes varieront à l'infini, mais tous auront pour but unique l'entente parfaite sur le salaire, la constitution des foyers de l'ouvrier pour lui et par lui, l'économie de la vie, qu'il arrivera à organiser lui-même, par sa gestion personnelle des sociales coopératives, puis les institutions de prévoyance, pour lesquelles l'ouvrier peut encore avoir besoin de concours, que ses nombreux amis n'hésiteront pas à lui donner.

Si maintenant je rappelle ce que j'ai pu dire des institutions patronales présentées plus haut, je me permets de demander à nos conseils d'administration si, en intention et en fait, ils sont bien éloignés de la pratique de Mariemont. Plusieurs sociétés n'ont-elles pas déjà fait un premier pas dans cette voie. Je crois qu'on peut citer la grande exploitation de Blanzy (1). Anzin vient de montrer son union et sa volonté de la paix au milieu de la bourrasque du Pas-de-Calais. Bessèges a fêté récemment avec éclat la fête du cinquantenaire de M. Ferdinand Chalmeton, directeur de la Compagnie houillère. Les ouvriers de Blanzy viennent d'inaugurer la statue de M. Jules Chagot (2). Le Creusot ne connaît plus les grèves et depuis longtemps. Tous ces grands établissements ont cependant eu leurs épreuves. Tous jouissent aujourd'hui de la plus parfaite harmonie. Les institutions qu'ils ont fondées si généreusement, touchent à tout ce qui intéresse l'ouvrier. Les principes suivis par les Compagnies qui les appliquent, sont excellents; elles ont un tort, auquel on n'a pas songé, un simple tort dans la forme : ces institutions sont régies administrativement, étudiées sans le concours des plus intéressés, elles sont pratiquées de même. Une instruction générale transmise aux directeurs des usines, aux chefs de service qui sont plus rapprochés des ouvriers, modifierait la situation. Il suffirait que cette instruction précisât qu'à l'avenir, tout ce que les sociétés ont fait spontanément pour le salaire, le logement, l'économie de la vie, la prévoyance, etc., fût l'objet d'examens, d'études qui seraient faites régulièrement, par des Ingénieurs et employés désignés par elle et simultanément par un nombre égal d'ouvriers élus par leurs pairs. Je n'entre ici dans aucun détail. J'ai indiqué un modèle, c'est une base ; on s'en rapprochera ou l'on s'en écartera suivant les circonstances, suivant les lieux, suivant les industries; un seul point essentiel, c'est celui de rapprocher les intéressés pour arriver à l'accord, à l'entente. C'est là le but qu'il faut atteindre, parce qu'il a le mérite, le très grand mérite d'unir les véritables intéressés et celui, non moins précieux, d'écarter les agitateurs, les hommes qui, dans les agitations qu'ils provoquent et dans les grèves qui en sont la conséquence, n'ont qu'un but : leur intérêt personnel au détriment de tous les autres.

Cette fois, nous sommes arrivé au terme de l'étude à laquelle le *Génie Civil* a été convié. M. Georges Berger veut écarter les doctrines des sectaires et les révolutions ; nous sommes avec lui et nous croyons pouvoir dire que le corps tout entier des Ingénieurs civils de toutes nos grandes Ecoles est avec lui. Le moyen qu'il proposait ne répond certainement pas à ses vues; la participation des ouvriers aux bénéfices est très souvent impossible, car on ne saurait décréter les bénéfices; mais quand elle est possible, elle est pleine d'illusions et de dangers. Nous ne sommes pas, en principe, opposé à la pratique de la participation. Elle a produit des résultats dont nous avons cherché à fixer l'importance, elle a donné des exemples que nous avons mis en relief. Mais tout cela, après cinquante années d'efforts, est bien peu de chose, comparativement à l'ensemble des questions ouvrières ; on peut trouver là des sujets de louange pour les hommes dévoués qui se consacrent à vulgariser le système. On ne saurait y trouver une base de réorganisation du salaire. Les objections que ce moyen provoque sont indéniables et d'une gravité que personne ne peut méconnaître. Nous avons mis sous les yeux du lecteur les avis des hommes indépendants, les plus considérables, qui ont étudié la question. Nous avons montré le peu de solidité d'un projet de loi qui, en fait, arrive à faire payer la participation par l'impôt ; quoi qu'il en soit, toutes ces démonstrations ne résolvent pas la question. Il faut écarter les doctrines des sectaires. Ce sont là *les difficultés présentes*. Pour les combattre, nous avons cherché ce qu'on devait faire et ce qu'on fait déjà très fréquemment pour intéresser, par le salaire, les ouvriers aux travaux qu'on leur confie, pour qu'ils aient un intérêt sur la partie de la main-d'œuvre qui peut dépendre d'eux-mêmes. Nous avons mis en évidence, autant que possible, les institutions patronales qui honorent l'industrie de notre pays, et non contents encore de ces salaires et de ces institutions, si généreuses qu'elles soient, nous voulons, comme par le passé, unir les ouvriers à leurs chefs par les devoirs et l'affection, nous proposons qu'ils ne restent étrangers à aucune des questions qui les touchent, que les questions soient examinées par des chambres d'explications composées comme celles de Bascoup et Mariemont, ou toute autre forme pratique, dont le but sera toujours d'établir l'accord et l'entente. Par ce moyen nous croyons écarter de grands dangers; nous voulons pratiquer la science la plus utile, la science qui maintient l'union entre les hommes.

Ce n'est pas là un vain mot : le penseur qui l'a prononcé est un maître vénéré, que le corps des Ingénieurs tout entier place au faite de ses illustrations. F. Le Play est la science elle-même et surtout la science sociale, la science sociale qui s'appuie sur les faits, sur l'expérience, sur la raison. Je voudrais que ce travail d'un de ses dévoués disciples, méritât l'approbation de ceux qui, comme lui, veulent écarter les doctrines des sectaires et les révolutions.

(Fin.) A. GIBON.

(1) Réforme sociale.
(2) Compte rendu, chez MM. Rajaud frères, imprimeurs. Montceau-les-Mines.

CORRESPONDANCE

Le monte-escaliers électrique (1).

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

MONSIEUR,

Je viens de lire dans le numéro du *Génie Civil* en date du 14 novembre 1891, un article élogieux du monte-escaliers de M. Amiot.

Je n'aurais garde de protester, si en même temps cet article ne présentait les ascenseurs hydrauliques comme des appareils dangereux. Il me paraît utile de rassurer d'une façon complète les personnes appelées à s'en servir, et je me permettrai de vous adresser prochainement une étude à cet égard.

Il me paraît peu probable toutefois que le monte-escaliers vise à remplacer l'ascenseur : c'est encore pour le moment une jolie combinaison, très ingénieuse, mais qui n'a et ne peut avoir la puissance et l'emplacement nécessaires pour le service auquel il prétendrait. Il n'a même qu'une économie très relative, car la dépense de force motrice évaluée, en ce qui le concerne, à 109 fr. 75 par an, est calculée seulement pour un étage, au dire même du constructeur. Si on doit s'arrêter au premier étage, ce sera parfait; mais si l'on veut aller au cinquième étage, je ne vois pas où l'on trouvera l'économie.

Veuillez agréer, etc.

L. VIENNOT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

Rouen, décembre 1891.

MONSIEUR,

Les moteurs à gaz se sont moins développés en France qu'en Angleterre, à cause du prix élevé du gaz de ce côté de la Manche.

Quelques villes cependant ont abaissé le prix du gaz spécialement destiné aux moteurs ; à Rouen, après deux ans de démarches, je viens d'obtenir que ce prix serait abaissé de 25 à 20 centimes.

Les directeurs des deux Compagnies du gaz sacrifient 3 centimes, et la ville en abandonne 2.

Je crois qu'il y a là un exemple à suivre dans tous les centres industriels, et même partout, car le moteur à gaz a partout son emploi ; il serait donc intéressant de citer cet exemple aux abonnés du *Génie Civil*, Ingénieurs et grands industriels influents, tous capables d'obtenir des mesures analogues à celles que j'ai pu faire réussir à Rouen.

Veuillez agréer, etc.

MATTER,
Ingénieur des Arts et manufactures.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 2, p. 24.

INFORMATIONS

NÉCROLOGIE

Henri Mathieu.

M. Henri Mathieu, qui vient de mourir à l'âge de 71 ans, avait débuté dans la carrière d'Ingénieur en 1841, à sa sortie de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. Après s'être occupé pendant trois ans de la construction des machines à vapeur pour bateaux, il était devenu l'un des premiers pionniers des chemins de fer. D'abord collaborateur de Petiet au chemin de fer de Versailles (rive gauche), il passa en 1846 à la Compagnie de Lyon, puis il devint chef des études du bureau d'Eugène Flachat à la Compagnie de l'Ouest. Il concourut à l'exécution du pont d'Asnières et de la grande halle métallique de la gare Saint-Lazare, à la construction du viaduc de Viroflay et à l'établissement du chemin de fer d'Auteuil.

En 1852, il entra à la Compagnie du Midi comme chef du bureau de la construction du matériel roulant, et fut bientôt après nommé Ingénieur du matériel et de la traction à Bordeaux.

En 1859, il vint à Paris comme Ingénieur du service central, et en 1874 il fut nommé Ingénieur en chef, poste qu'il conserva jusqu'au moment où il prit sa retraite, en 1887.

M. Henri Mathieu fit partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Centrale et fut élu président de la Société des Ingénieurs civils en 1881. Il était officier de la Légion d'honneur.

Ses obsèques ont été célébrées à Paris, le 29 décembre dernier, en l'église Sainte-Clotilde. Plusieurs discours ont été prononcés sur sa tombe, entre autres par le président de la Société des Ingénieurs Civils, et par M. Deharme, professeur à l'Ecole Centrale, qui a adressé un éloquent adieu à son regretté collègue au nom de la Compagnie des chemins de fer du Midi et du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Centrale.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 4 décembre 1891.

Présidence de M. E. Polonceau.

Les attachés commerciaux et Ingénieurs près les consulats (moyens de développer le commerce extérieur de la France). — M. Emile Bert expose, dans une savante étude, la nécessité qu'il y a de créer près des consulats des attachés commerciaux et des Ingénieurs destinés à donner aux négociants et industriels français des renseignements tels que la situation du marché, les coutumes de la place, les types des articles demandés, les avis d'adjudication. Cette création est nécessaire, car le service consulaire, créé dans un but commercial, s'est peu à peu transformé en service diplomatique. Il faut fournir ce moyen de se développer au commerce extérieur de la France qui, après avoir tenu par son chiffre d'exportation le second rang, a reculé jusqu'au quatrième, se laissant ainsi dépasser par l'Allemagne où est précisément organisé ce service d'attachés commerciaux.

MM. J. Fleury et Charton considèrent cette création comme inutile, étant donnés les renseignements que fournissent actuellement les publications telles que le *Bulletin Consulaire*.

M. de Serres affirme que ces renseignements sont sont souvent incomplets et toujours tardifs et que notre organisation consulaire est insuffisante. Il justifie cette affirmation par des exemples très curieux, qu'il cite comme les ayant lui-même observés pendant un long séjour à l'étranger.

M. Limet confirme cette manière de voir, mais croit que ce qu'il faut c'est modifier l'organisation des consulats.

M. Max de Nansouty, qui avait déjà à la Société des Ingénieurs civils en 1884 réclamé la création de ces *attachés Ingénieurs* (1), insiste sur l'importance qu'il y aurait à placer, à côté de la personnalité du consul, soucieux avant tout de défendre l'honneur national, un homme du métier, uniquement préoccupé des affaires commerciales. Et s'il est nécessaire, pour s'assurer un facile recrutement parmi les Ingénieurs les plus honorables et les plus compétents, de donner à de tels agents un caractère officiel, il convient aussi de n'en pas faire des fonctionnaires: ils devraient, avant tout, devenir les représentants des industriels et des commerçants français.

M Couriot approuve les critiques adressées à l'organisation consulaire; il croit nécessaire une transformation complète dans les usages suivis.

Les échelles mobiles des salaires en Angleterre. — M. Georges Salomon expose le système de l'*échelle mobile* (sliding scale), suivant lequel le salaire de l'ouvrier varie d'une manière déterminée avec le prix de vente du produit fabriqué. Ce système, employé en Angleterre et aux Etats-Unis, n'y a pas donné de bons résultats.

M. Couriot, dans des observations complémentaires, conclut que l'introduction de ce système en France n'offrirait que des dangers.

Séance du 18 décembre 1891.

Présidence de M E. Polonceau.

Cette séance, consacrée au renouvellement du bureau, a donné les résultats suivants:

Président : M. P. Buquet.

Vice-Présidents :	*Secrétaires :*
MM. Jousselin.	MM. E. Bert.
E. Level.	E. Gruner.
Ch. Herscher.	G. Cerbelaud.
J. Charton.	E. Coignet.

Trésorier : M. H. Couriot.

Comité :

MM. E. Lippmann.	MM. A. Lencauchez.
A. Mallet.	J.-B. du Bousquet.
G. Canet.	L. Rey.
L. Appert.	A. Hallopeau.
E. Richemond.	J. Fleury.
M. de Nansouty.	A. Moreau.
G. Richard.	P. Bodin.
E. Bertrand de Fontviolant.	J. Morandière.
	L. Deharme.
N. Forest.	H. Vallot.
J. Carimantrand.	

(1) Voir le *Génie Civil*, tome IV, n° 16, p. 263.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 décembre 1891.

Chimie. — 1° *Sur les tensions de vapeur des solutions de chlorure de cobalt.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan.

Dans une note présentée récemment à l'Académie par M. Etard, il conclut de l'étude de la solubilité du chlorure de cobalt, que ce sel peut exister en dissolution sous deux états différents, correspondant, l'un aux solutions rouges, l'autre aux solutions bleues.

M. Georges Charpy a observé des faits du même ordre, en étudiant les tensions de vapeur des solutions de chlorure de cobalt, et fournit dans cette note une série de résultats intéressants.

Ces faits, comme ceux qui ont été observés par M. Etard, conduisent donc à admettre l'existence de deux états stables pour le chlorure de cobalt dissous. Ce changement d'état peut être attribué, soit à une variation dans l'état d'hydratation du sel, soit à un changement dans son agrégation moléculaire.

2° *Action du sodammonium et du potassammonium sur quelques métaux.* Note de M. Joannis.

Le sodammonium et le potassammonium sont décomposés par divers métaux, en particulier par le mercure, le plomb et l'antimoine. Le sodammonium est sans action sur l'aluminium, l'argent, le zinc et le cuivre.

Le sodammonium décompose rapidement le mercure au début, et il se produit l'amalgame $Hg^8 Na$ cristallisé. Après avoir laissé le mercure en contact pendant quinze heures avec un excès de sodammonium, et avoir extrait tout l'excès de l'ammonium alcalin, cet amalgame ne décompose plus le sodammonium en dissolution concentrée ou étendue.

Le mercure donne avec le potassammonium, un amalgame de potassium qui, laissé dix-huit heures en contact avec un excès de cet ammonium, puis comme précédemment débarrassé de l'excès alcalin d'ammonium, contient pour un équivalent de sodium 17^{eq} 95 de mercure.

Le plomb décompose rapidement le sodammonium en donnant des produits différents, selon que l'on opère en présence d'un excès de l'un ou de l'autre corps.

Avec le plomb en excès, on constate que la liqueur mordorée ne tarde pas à devenir bleue au contact du plomb, puis verte. Une partie du plomb a disparu; il s'est formé une masse de couleur foncée, d'un bleu indigo, donnant une solution de couleur vert-bouteille dans l'ammoniaque liquéfiée. Cette matière, bleu indigo, contient à la fois du sodium, du plomb et de l'ammoniaque. Cette combinaison est dissociable; à 0° la tension de dissociation est de 224^{cm} 2. La formule de ce corps a été trouvée comme répondant à $Pb^4 Na$, $?AzH^2$.

3° *Calcul de la température d'ébullition des éthers isomériques des acides gras.* Note de M. G. Hinrichs

Agriculture. — *L'ammoniaque dans les eaux météoriques.* Note de M. Albert Lévy, présentée par M. Schützemberger.

Dans une note présentée à l'Académie, MM. Marcano et Müntz ont donné les résultats de dosages d'ammoniaque dans vingt échantillons d'eaux de pluie recueillies de 1889 à 1890 à Caracas. La moyenne de ces dosages ayant été de 1^{mgr} 55, M. Müntz tire cette conclusion que la moyenne est beaucoup plus élevée que celle qu'on trouve dans nos climats, Boussingault n'ayant obtenu en Alsace que 0^{mgr} 97.

M. Albert Lévy présente dans cette nouvelle note un tableau qui montre que dans nos climats on a fréquemment observé des résultats supérieurs à la moyenne tirée des vingt dosages signalés plus haut.

Depuis seize ans il analyse, dans chacune des pluies tombées à Montsouris, l'azote ammoniacal et l'azote nitrique. Il a une moyenne de 150 pluies par an. Les résultats publiés dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* fournissent un poids moyen de 2^{mgr} 2 d'ammoniaque par litre d'eau, nombre supérieur à celui que M. Müntz a tiré des pluies de Caracas.

Mécanique. — *Sur les modifications de l'adiabatisme d'une veine gazeuse contractée.* Note de M. H. Parenty, présentée par M. Léauté.

G. Petit,
Ingénieur Civil.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 3, du 16 janvier. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs; six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire : L'oxygène comprimé.

Brevets français : Perfectionnements au filtre Chamberland. — Distillation des eaux ammoniacales. — Fabrication du gaz hydrogène et d'un mélange d'hydrogène et de mono-oxyde de carbone. — Préparation de matières colorantes azoïques rouges, violettes, bleues. — Préparation de matières colorantes violettes. — Nouvel explosif. — Mèche de sûreté pour mines. — Marbrage des savons. — Distillation des résines. — Chaulage des jus en sucrerie. — Chaine à transporter les liquides mousseux. — Mûrissement et amélioration des liquides fermentés. — Essoreuse continue. — Conservation du beurre à l'état frais, etc.

Brevets anglais : Extraction des graisses. — Fabrication de couleurs blanches à base de plomb. — Appareil sécheur de grains. — Système de cafetière et théière. — Préparation de couleurs. — Préparation du chlorure de fer. — Perfectionnements dans la préparation du sucre. — Encre à copier. — Appareil distillatoire, etc.

Académies et Sociétés savantes : Académie des Sciences. — Société de l'industrie chimique anglaise.

Les Eaux d'égout industrielles et ménagères, par Jean de Mollins, docteur ès-sciences de Zurich. — Marcel Nierstrasz, éditeur à Liége (Belgique.)

Pendant longtemps les nombreux problèmes concernant l'hygiène publique ont été complètement négligés; il semblait que ces questions étaient indignes d'occuper les personnes instruites; c'était une erreur profonde que nous avons reconnue, et maintenant nos savants ne craignent pas d'étudier les moyens à employer pour prévenir d'abord, si possible, et combattre ensuite les dangers auxquels nous sommes exposés. Parmi les problèmes posés par l'hygiène, l'un des plus intéressants et aussi l'un des plus difficiles est certainement l'épuration des eaux d'égout. Le problème est complexe et comporte presque autant de problèmes qu'il y a d'eaux à épurer. M. de Mollins commence par diviser les diverses eaux-vannes en trois catégories: les eaux ménagères, les eaux industrielles, les eaux des villes, puis il traite successivement du mélange de ces eaux avec celles des rivières, de l'épuration chimique, de l'épuration par irrigations agricoles et du filtrage dans le sol. Pour chacun des procédés employés, l'auteur en montre les avantages et les inconvénients; quant aux eaux-vannes des grandes villes, il est partisan du tout à l'égout et du tout à la mer.

L'ouvrage de M. de Mollins contient de nombreuses données scientifiques parfaitement exposées; il a le grand avantage d'être clair tout en étant précis, et son lecteur arrive facilement à pouvoir se former une opinion raisonnée sur les diverses méthodes employées dans l'épuration des eaux-vannes, et s'il a des eaux à épurer, il sait de suite dans quelle direction il doit diriger ses études et ses efforts.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus:

Etude sur l'emploi des pieux métalliques dans les fondations d'ouvrages d'art, par C. Grange. — Un vol. in-8° illustré. Baudry et C^{ie}, éditeurs, Paris. — Prix **7** fr. **50**.

Carnet du Constructeur. Recueil de moments d'inertie relatifs à 3 263 poutres composées, par Chevalier et Brun. — Un volume in-12. Baudry et C^{ie}, éditeurs. Paris. — Prix : **7** fr. **50**.

L'Industrie électrique, Revue de la science électrique et de ses applications industrielles. Rédacteur en chef : E. Hospitalier. — A. Lahure, éditeur, Paris. — Abonnements, un an : France, **24** francs. Union postale, **25** francs. Le numéro, **1** franc.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 12. N° 502 Samedi 23 Janvier 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 rancs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 trancs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le pont Washington construit sur le Harlem River, à New-York (*planche XIII*), p. 189 ; G. Richou. — **Électricité** : Le matériel électrique construit par MM. Schneider et Cie, au Creusot, p. 192 ; L. de Thunimont ; — Lampes à arc Japy, p. 195 ; G. Foris. — **Physique industrielle** : Pouvoir calorifique des combustibles. Détermination industrielle par l'appareil de M. P. Mahler, p. 197 ; Ch. Talansirr. — Les moteurs à gaz et à pétrole, par M. Gustave Richard, p. 201 ; Max de Nansouty. — **Métallurgie** : Progrès dans la fabrication de l'acier en Autriche-Hongrie, p. 202 ; G. Bresson. — **Informations** : Distinctions honorifiques, p. 203. — *Nécrologie* : M. de Quatrefages, p. 203 ; — Ernest Cornut, p. 203 ; Compère ; — M. Bailly, architecte, p. 203 ; — M. Aimé Gros, p. 203 ; — M. Daguin, p. 203 ; — M. J.-B. Garnier, p. 203.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 14 novembre 1891, p. 204 ; G. Petit. — Société de Géographie de Paris, séances de novembre 1891, p. 204 ; Guill. Depping.
Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 204.

Planche XIII : Le pont Washington, construit sur le Harlem River, à New-York.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT WASHINGTON
construit sur le Harlem River, à New-York (1)

(Planche XIII.)

Le grand pont Washington, ouvrage pour lequel les Américains semblent, contre leur coutume, s'être préoccupés sérieusement de l'aspect que doit offrir un pont monumental au point de vue de la décoration d'une ville métropolitaine, est destiné à relier l'une des rues de New-York, la 180e, qui fait suite à la 10e avenue (côté Ouest de la ville), avec l'avenue de l'Aqueduc (côté Est) en franchissant la profonde vallée de l'Harlem River. La distance entre les deux points à relier est de 722 mètres.

Description générale. — Le pont Washington est composé de deux arches en acier, de 155 mètres de portée chacune, appuyées sur trois piles, de deux culées et d'approches formées par des remblais que maintiennent des murs de soutènement. Il porte une voie carrossable de 15 mètres de largeur, bordée de trottoirs de 4m 50 pour les piétons et a ainsi une largeur totale de 24 mètres. La hauteur sous clef de l'arche qui franchit la rivière est de 40 mètres (fig. 1 de la planche et fig. 1 et 2 du texte.)

L'avenue de l'Aqueduc étant de 8m 10 plus basse que la 10e avenue, les approches est et ouest ont été exécutées suivant une pente de 3 1/2 pour cent, dirigée vers l'est. Les culées sont établies en palier. Au-dessus des arches métalliques, le profil longitudinal de la chaussée affecte une courbe dont la flèche est de 0m 402.

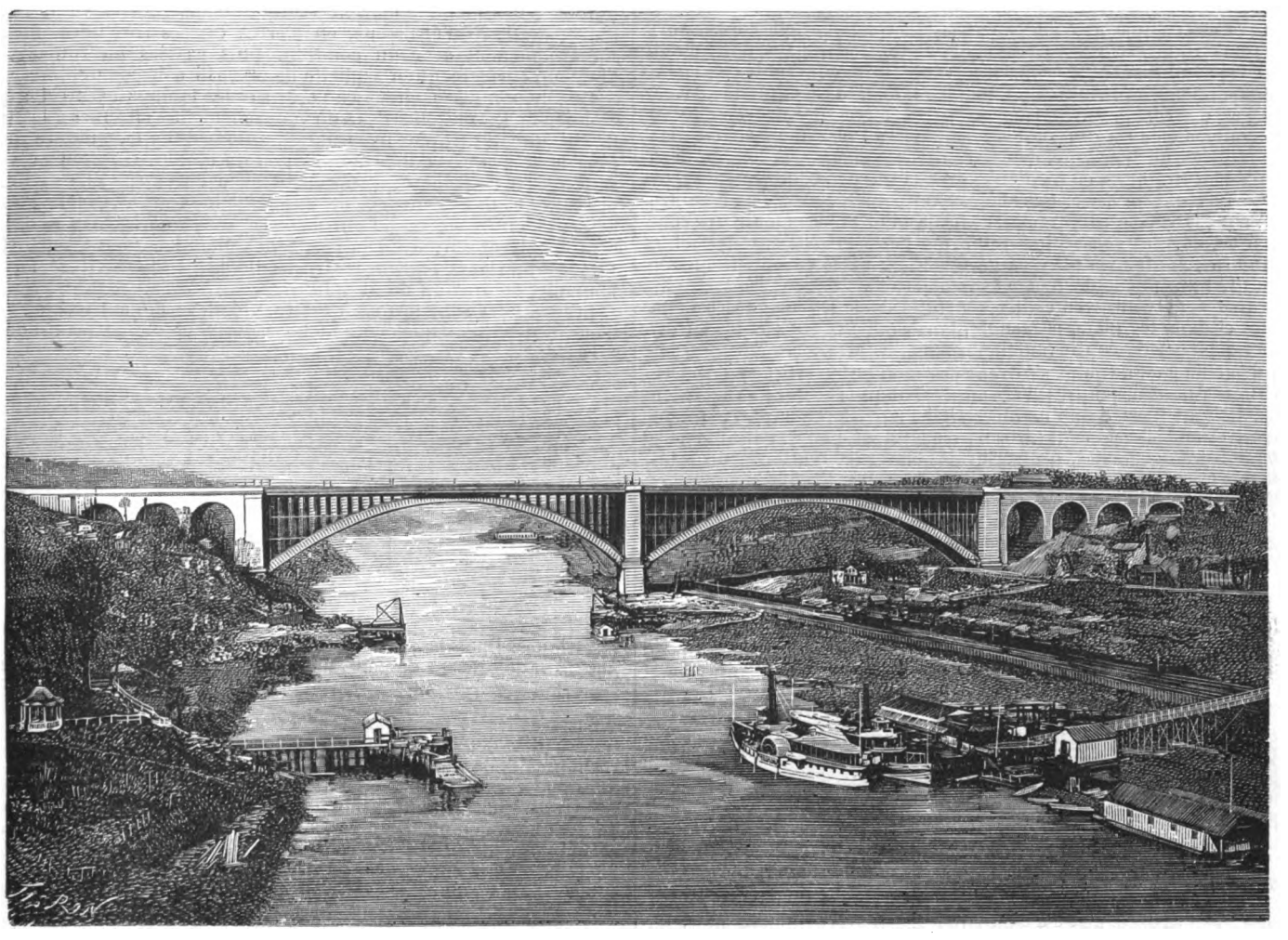


Fig. 1. — Vue générale du pont Washington, construit sur le Harlem River, à New-York.

Les piles principales en maçonnerie ont 29m 50 de longueur et 12 mètres d'épaisseur à la naissance des arches métalliques ; jusqu'à cette ligne elles sont constituées par un massif en béton avec parements en granit. Au-dessus, les piles extrêmes comprennent quatre chambres et la pile intermédiaire deux chambres, régnant sur toute leur hauteur qui est de 20 mètres, et séparées par des cloisons en maçonnerie avec communication générale à la partie inférieure. L'une des chambres renferme un escalier qui permet de descendre jusqu'au couronnement des piles. Ces chambres permettent de contrôler les ouvrages dont nous parlerons plus loin, et contiennent les tuyaux de descente des eaux.

(1) Ces renseignements, ainsi que les dessins qui les accompagnent, sont extraits d'un travail considérable publié à New-York par M. W. Hutton, Ingénieur en chef du Washington Bridge.

Digitized by Google

Les culées ont une longueur de 70m 50, et comprennent trois voûtes en maçonnerie en plein cintre, de 18 mètres de portée chacune, reposant sur des piliers de 3m 90 aux naissances. Ces grandes voûtes portent quatre murs en maçonnerie brute, qui sont surmontés de petites voûtes en briques sur lesquelles est établie la chaussée. Les piles sont toutes verticales, sauf dans la partie située au-dessous de l'eau où elles ont un fruit de 1/16.

Les piles principales et les culées sont décorées d'une forte corniche métallique ancrée sur les pièces de pont, et portent un parapet avec balustrades. Les approches sont défendues par des corniches moins importantes.

Le cahier des charges imposait pour les fers les conditions suivantes : pour les barres travaillant à la traction, limite d'élasticité, 18 kil 25; rupture, 34 kilogr.; allongement, 18 % sur des éprouvettes de 0m 200 ; pour les tôles, mêmes conditions d'élasticité et de rupture ; allongement, 15 %. Les barres devaient pouvoir être courbées à froid, sans montrer de criques, sous un angle de 90° et suivant une courbe dont le diamètre égalerait le double de l'épaisseur de la pièce essayée ; même condition pour les tôles avec un diamètre égal à trois fois l'épaisseur.

Pour les aciers, on exigeait une limite d'élasticité de 22 kil 5, la rupture de 43 kil 5 à 49 kilogr. et un allongement minimum de 18 % ; pour les rivets, le dernier devait être de 25 % et le coefficient de rupture, de 39 kil 25 à 45 kilogr.

Les éprouvettes chauffées au rouge-cerise et refroidies dans l'eau à 28° centigrades, devaient supporter, sans criques, une courbure avec un diamètre égal à 1 1/2 de l'épaisseur pour les pièces entrant dans la composition des arcs.

Chacune des travées métalliques est formée de six arcs, dont les extrémités reposent librement sur des articulations et qui portent une série de montants verticaux. La portée entre les centres des rotules est de 154m 60, et la hauteur de la fibre neutre au-dessus de l'horizontale qui les joint, est de 30m 05. Les arcs conservent une hauteur uniforme de 3m 90 sur toute leur longueur, et sont composés d'une âme pleine en acier doux de 0m 10 d'épaisseur, sauf pour les panneaux extrêmes où l'épaisseur atteint 0m 020, et de deux semelles, le tout raidi de 1m 50 en 1m 50 par des cornières (fig. 2 à 6 de la planche.)

Chaque arc comprend 34 segments, de longueurs telles que leurs projections respectives correspondent à une longueur horizontale d'extrados commune de 4m 475, intervalle qui existe entre les axes des montants verticaux qui supportent le tablier. Les joints sont renforcés par des cornières.

Les boulons des rotules sont en acier forgé et ont 0m 45 de diamètre et 0m 85 de longueur. Leurs coussinets en acier reposent dans des supports en tôles et cornières, établis sur deux plaques de fondation également en acier. Ces plaques sont superposées l'une à l'autre et boulonnées sur le couronnement de la pile. Pour obtenir un contact parfait et une répartition uniforme des poussées sur les piles, on a interposé entre les plaques de fondation et le parement incliné en granit, une couche de feutre asphalté.

Les arcs sont contreventés trois à trois dans les plans des deux semelles et dans les plans perpendiculaires qui passent par les joints. Toutes les pièces de contreventement sont en acier.

Au droit de chaque joint s'élèvent des montants verticaux qui sont constitués par des poutres caissonnées, dont deux faces sont en treillis. Ils sont fixés d'une manière rigide sur les semelles d'extrados des arcs, et entretoisés dans le sens transversal par des tirants formant avec des diagonales, des séries de panneaux dont chacun intéresse trois arcs (fig. 7, 8 et 9 de la planche.) Des tirants horizontaux les réunissent également dans le sens parallèle à l'axe du pont. Les montants supportent les pièces de pont en tôles et cornières, qui sont disposées à 4m 50 d'intervalle ; elles ont 0m 75 de hauteur sous la voie carrossable et 1m 250 sous les trottoirs. Enfin, sur les pièces de pont sont placés des longerons en fer I laminé, de 0m 375 de hauteur sous la voie centrale et de 0m 262 sous les trottoirs ; leur écartement est de 0m 90 d'axe en axe.

Le tablier se compose de tôles embouties rivées sur les longrines, et réunies entre elles par des couvre-joints. Il n'y a pas d'autre con-

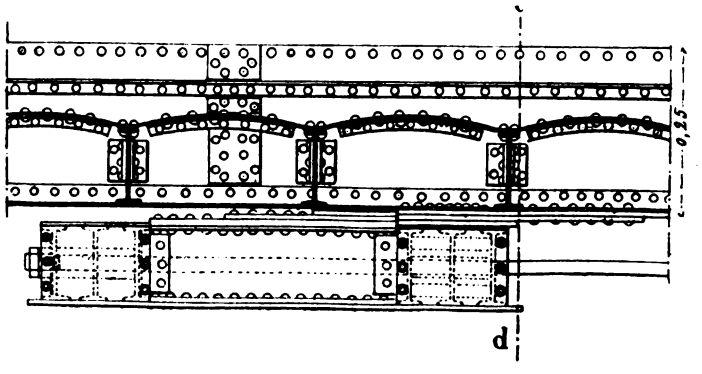


Fig. 2. — Détail du tablier. Élévation.

treventement, mais pour reporter la pression du vent sur les maçonneries et permettre la dilatation du tablier, les longerons extrêmes et les tôles embouties qui leur correspondent à chaque bout de la travée sont rivés sur une poutrelle transversale M (fig. 3 et 4).

Celle-ci est susceptible de se déplacer parallèlement à l'axe du pont. Elle est reliée, par une tôle cintrée et extensible, à une autre poutrelle N parallèle, ancrée sur la maçonnerie.

La gouttière G ainsi formée a 0m 20 de largeur à la température moyenne et se ferme ou s'ouvre pour permettre la dilatation du tablier. Pour reporter l'effort du vent sur la maçonnerie, la poutrelle M est armée, au-dessous de sa semelle inférieure, de deux buttoirs Q espacés de 3m 80 et réunis par un boulon ; ces buttoirs s'engagent dans une chambre ménagée dans la maçonnerie. Le tablier, étant fixé en son milieu d'une manière rigide sur le montant correspondant, ne peut ainsi prendre aucun mouvement latéral, mais est susceptible de s'allonger à ses deux bouts.

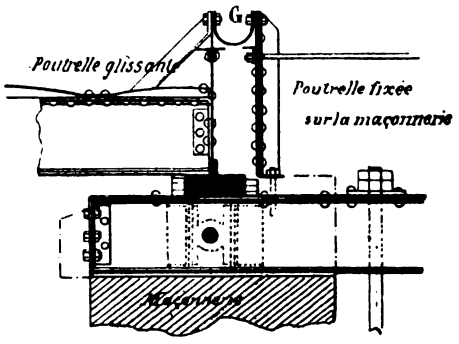


Fig. 3. — Détail du tablier. Coupe.

Les tôles embouties ont été peintes avec un vernis au bitume et recouvertes d'un béton léger posé à chaud, dont l'agglutinant était du goudron distillé. Celles qui forment le tablier sous les trottoirs ont dû être montées plus haut que celles de la voie centrale. Comme l'indique la figure 5, on a rempli l'intervalle entre le petit longeron supplémentaire et la bordure du trottoir à l'aide du béton dont nous venons de parler. Mais malgré un pilonnage à chaud très soigné, l'eau qui traverse les joints de la bordure et des dalles vient se réunir au point *a*.

La chaussée comprend quatre couches successives : la première est formée, sous une épaisseur de 7 à 8 centimètres, de béton au goudron sur la partie métallique de l'ouvrage, et de béton ordinaire sur les parties en maçonnerie. La seconde se compose d'une épaisseur de 0m 150 de pierres cassées ; on l'a passée au rouleau à vapeur et on y a versé ensuite du goudron. Cette seconde couche en a reçu une autre, de 0m 05 d'épaisseur, en pierres cassées très fines, mélangées mécaniquement avec du goudron, puis passées au rouleau. Enfin vient un revêtement en asphalte de 0m 0375 d'épaisseur.

La jonction de la chaussée posée sur les tabliers avec celle qui est établie sur les maçonneries a dû naturellement s'effectuer à l'extrémité de chacune des travées métalliques, au-dessus de la gouttière indiquée plus haut et qui permet la dilatation du tablier. On avait prévu qu'il se ferait en ce point une rupture dans la chaussée. Elle s'est en effet produite, et même au delà de la longueur occupée par la gouttière, et peut donner accès à l'eau dans les maçonneries. On a essayé de combler la cassure avec de l'asphalte, mais lorsqu'une forte chaleur ramène l'un vers l'autre les bords de la gouttière, il se forme un bourrelet en travers de la voie.

Les trottoirs sont formés de larges dalles ; on a laissé au-dessous d'eux une galerie qui contient les tuyaux de gaz et les conducteurs

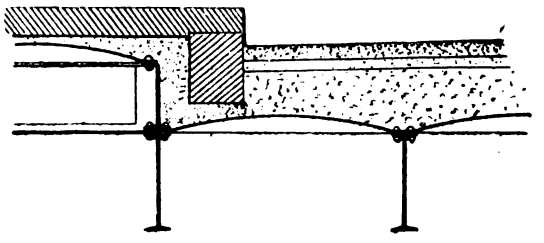


Fig. 4. — Détail du tablier sous trottoir.

électriques. Dans la partie métallique, ces conduits sont directement posés sur les pièces de pont, dont ils sont isolés par une canalisation spéciale.

Construction et montage. — 1° *Piles en maçonnerie.* — Les piles extrêmes des deux arcs métalliques ont été fondées sur les pentes rocheuses de la vallée du Harlem River et n'ont pas, par suite, exigé de travaux spéciaux ; il en a été de même pour celles des approches.

La pile intermédiaire établie dans le lit de la rivière a nécessité, au contraire, l'emploi d'un caisson à air comprimé. Ce caisson (fig. 10 et 11 de la planche) a été construit en charpente, comme la plupart de ceux qu'on emploie en Amérique. Il avait 31m 25 de longueur, 16m 30 de largeur et 4 mètres de hauteur, avec un fruit de 1/13, et était formé de madriers en pin de Floride de 30 × 30, sauf le sabot qui était en chêne. Les murs de la chambre de travail avaient 0m 90 d'épaisseur et étaient constitués par deux couches de madriers horizontaux séparés par une autre en madriers verticaux. Parmi ceux-ci, les uns étaient coupés à la hauteur du plafond de la chambre de travail, les autres montaient jusqu'à la partie supérieure du plancher et servaient à le maintenir.

Ce plafond comprenait six cours de madriers, dont quatre parallèles au petit axe du caisson et les autres posés obliquement. Ces derniers étaient coupés à 3 mètres des extrémités, et réunis par des longrines qui servaient en même temps à faire les liaisons avec les madriers verticaux. Chaque pièce était reliée à celle du dessous par des boulons ; on avait coulé du goudron à chaud dans les interstices des premières rangées et dans celles des parois ; le reste avait reçu un coulis de ciment. Le plafond de la chambre de travail portait un revêtement

Digitized by Google

en planches brutes sur lequel on avait cloué du papier asphalté, et celui-ci était lui-même protégé par un plancher assemblé dont les joints étaient calfatés soigneusement.

Le caisson était renforcé à l'intérieur par deux cloisons verticales partant du plafond de la chambre de travail et descendant jusqu'à 0^m60 du fond. Ces cloisons étaient réunies aux parois latérales par des boulons ; de plus, 9 madriers horizontaux de 30×30 et des tirants en fer reliaient entre eux les longs côtés. Le caisson portait deux écluses à air, dont l'une, de 1^m20 de diamètre, servait à la descente des ouvriers ; l'autre, de 1^m50, était placée dans la chambre de travail et donnait passage aux déblais ; le béton était introduit par un puits de 0^m45 de diamètre. Le plafond de la chambre était, en outre, pourvu de plusieurs tuyaux de 0^m10 pour l'évacuation des déblais semi-liquides sous l'action de l'air comprimé.

Le sol à excaver se composait d'une couche de vase de 2^m40 à 3^m30 d'épaisseur, puis de gros graviers et conglomérats, enfin d'une roche très irrégulière formée partie de gneiss, partie de marbre, avec des poches de quartzite. Cette roche présentait une inclinaison sud-nord et était située à 12 mètres au-dessous des hautes eaux moyennes, sous la face sud du caisson, et à 21 mètres sous la face nord.

On n'a pu évacuer par les tuyaux d'éjection qu'une très faible quantité de vase. La roche a été attaquée par des perforatrices Rand, actionnées par l'air comprimé à $12^{kil}5$ par centimètre carré. L'explosif employé a été le rackarock, qu'on avait déjà expérimenté sur une large échelle pour le sautage du Flood-Rock, dans la passe de New-York, la forcite précédemment mise en œuvre ayant donné des gaz nuisibles pour la santé des ouvriers. Le caisson était éclairé par 75 lampes à incandescence de 16 bougies.

Le fonçage, commencé le 15 novembre 1886, a pris fin le 17 avril 1887, époque à laquelle le fond du caisson a atteint une profondeur de 12^m15 sous hautes eaux. On a provoqué l'enfoncement en exécutant la maçonnerie sur le plafond, et on a ensuite excavé l'intérieur de la chambre de travail.

L'opération s'est effectuée sans accident sérieux ; toutefois le caisson a subi un léger dévers, et à un certain moment l'angle sud-ouest était descendu à 0^m30 plus bas que les trois autres, ce qui a déterminé une déchirure dans la maçonnerie, alors élevée de 1^m80. Comme on avait prévu les dimensions de la base de la pile pour faire face aux

Fig. 5. — Le pont Washington. Portion d'arc.

tassements éventuels, cet accident n'a pas eu de suites, et la maçonnerie parvenue à sa hauteur normale n'a éprouvé aucun tassement. Elle a été élevée pendant le fonçage jusqu'à une hauteur de 8^m25, c'est-à-dire jusqu'au niveau des hautes eaux ; elle a été ensuite continuée sans interruption jusqu'à son couronnement, soit à 15^m65 au-dessus de ce niveau.

Le béton de remplissage des piles principales et de la chambre de travail du caisson était composé de un volume de ciment pour deux de sable et cinq de pierres cassées de 6 centimètres en tous sens au maximum. Il était fabriqué dans une bétonnière rotative actionnée par une machine à vapeur spéciale. La production journalière était de 105 mètres cubes et occupait 12 ouvriers.

Du côté Ouest (fig. 14 et 15), la colline présente une pente rapide à partir du rivage, et l'on ne disposait d'aucun emplacement pour emmagasiner les matériaux. On dut construire un wharf pourvu des grues et voies nécessaires, et alimentant un plan incliné établi sur la pente parallèlement aux ouvrages. Ce plan desservait les chantiers des culées et des approches du côté ouest ; les matériaux étaient enlevés et amenés à pied d'œuvre par des grues tournantes placées sur les piles et les cintres des voûtes.

Le côté Est a été desservi par un wharf analogue au précédent. On employait pour l'approvisionnement les voies des Compagnies de chemins de fer qui longent la rive Est : elles déposaient les matériaux pour cette partie des chantiers, et, pour l'autre, elles les déchargeaient sur des chalands qu'on amenait au droit du wharf Ouest. Cette installation a été complétée en 1887 par l'établissement d'une plate-forme pourvue de voies entre la pile n° 2 et la Segdwick Avenue. Enfin, d'autres voies ont été établies sur les culées lors de leur achèvement et ont été prolongées sur les deux grandes travées pour la pose du tablier.

2° ***Montage des arcs métalliques.*** — Les deux wharfs dont nous avons parlé et la plate-forme construite entre la pile n° 2 et la Segdwick Avenue ont servi de base pour les échafaudages destinés au montage des arcs métalliques (fig. 12 et 13 de la planche). On a d'abord exécuté ceux de la travée de rive. Les pièces étaient amenées par les voies ferrées, puis déposées à l'aide d'une forte grue tournante sur des trucs roulant sur la plate-forme. Elles y étaient reprises par des grues roulantes qui se déplaçaient sur les arcs eux-mêmes en marchant l'une vers l'autre. Les segments étaient calés sur les échafaudages et boulonnés les uns sur les autres ; en même temps, on exécutait le double contreventement dont il a été parlé.

Lorsqu'on arrivait près du sommet des arcs, on les établissait graduellement suivant une courbe dont la flèche avait 0^m075 de plus que celle de l'arc définitif, pour parer à la compression des fers lors

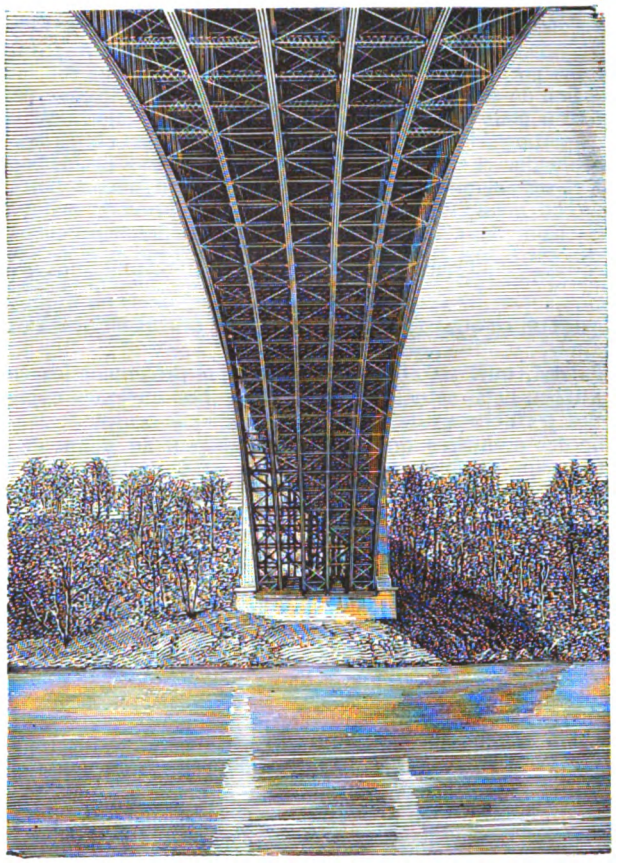


Fig. 6. — Le pont Washington. Vue en dessous d'un arc.

du décintrement. Quand on parvenait aux derniers segments de chaque côté de l'axe, on enlevait les cales des autres et on les remplaçait par des vérins. Puis on mesurait exactement les vides que les derniers segments devaient remplir et on les exécutait à la demande ; lorsqu'ils étaient mis en place, on enlevait les calages. Le rivetage se faisait pour la plus grande partie sur place à l'aide d'une riveuse Allen mue par l'air comprimé.

Le montage des arcs de la travée de rive, commencé le 1er septembre 1887, a été terminé au bout de vingt et un jours. On a alors démonté les grues roulantes, et on les a remontées sur les arcs de la travée située au-dessus du fleuve. Le montage de ces derniers a nécessité une durée à peu près égale en 1888.

Les montants ont été établis en partant du sommet des arcs et en les contreventant simultanément dans les deux sens ; puis on posait sur leurs têtes les pièces de pont, les longerons et les tôles de platelage.

Cette partie du travail a occupé de septembre 1887 à mai 1888 une moyenne journalière de 200 ouvriers.

Les travaux de construction proprement dits, commencés en juillet 1886, ont été terminés en décembre 1888, et la pose des réverbères, des conduites de gaz et d'électricité, etc., a pris fin en mars 1889.

Les dépenses se sont élevées à 14 062 000 francs, sur lesquels 13 250 000 francs représentent les paiements faits aux entrepreneurs et 812 000 francs les frais d'études, de conduite et de surveillance. Il faut ajouter à ces sommes une dépense de 202 500 francs faite par le Comité chargé de la haute surveillance de l'exécution.

Les Ingénieurs principaux qui ont pris part à la construction du pont Washington sont : M. W. R. Hutton, Ingénieur en chef ; MM. W. J. Mac-Alpine et Théodore Cooper, Ingénieurs-conseils ; MM. Alfred Noble et J. Bogart, Ingénieurs chefs des chantiers. Les entrepreneurs ont été : pour la partie métallique « The Passaic Rolling Mill C° », et pour les maçonneries MM. Myles Tierney.

G. Richou,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Digitized by Google

ÉLECTRICITÉ

LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

construit par MM. Schneider et Cie, au Creusot.

On a beaucoup remarqué à l'Exposition de Francfort qui vient de finir, les grandes dynamos à courants alternatifs et toute une série de moteurs électriques à courants alternatifs exposés par le concessionnaire allemand des brevets de la maison Ganz (système Zipernowsky, Déri et Blathy). Ce mode de distribution de l'énergie paraît jouir à l'étranger d'une faveur marquée. En France, pour une raison ou pour une autre, il semble que jusqu'ici l'attention publique se soit moins portée de ce côté. Nous avons cependant constaté qu'à l'Exposition de Saint-Etienne, l'éclairage de la plus grande partie de l'Exposition était fait par une dynamo à courant alternatif du système Zipernowski, Déri et Blathy, construite et exposée par MM. Schneider et Cie, au Creusot, concessionnaires exclusifs pour la France et ses colonies, de la construction des dynamos Ganz. Cette dynamo, en même temps qu'elle faisait de la lumière, actionnait un petit électro-moteur de même système. Le bon fonctionnement de ces appareils a été très apprécié et le Jury a accordé à MM. Schneider et Cie le grand prix d'électricité.

Il nous a paru intéressant de rechercher où nous en sommes dans notre pays en ce qui concerne l'application des machines à courants alternatifs.

Et d'abord, quel est au juste l'intérêt que présentent les courants alternatifs en l'état actuel de la question? Les quelques explications suivantes permettront de s'en rendre aisément compte.

L'une des premières questions qui se posent au début de l'étude d'un transport de force ou d'éclairage, est de savoir où on mettra l'usine par rapport aux lieux de consommation. Parfois, l'emplacement est imposé; c'est le cas lorsqu'on a à utiliser des forces naturelles, comme on a cherché et comme on cherchera de plus en plus à le faire.

Lorsque l'emplacement n'est pas imposé et que l'usine est peu importante, on peut généralement, sans de gros inconvénients, la placer près des points à desservir. Dès que l'importance de l'installation vient à dépasser 300 à 400 chevaux, on a presque toujours intérêt à s'installer autre part que dans le voisinage immédiat du centre de consommation. Mais alors intervient la considération des frais de canalisation. Pour les réduire, il faut immédiatement songer aux courants à haute tension. L'économie de métal conducteur ainsi réalisée est sensiblement proportionnelle au carré du potentiel employé.

Avantages des courants alternatifs. — Les divers appareils employés ou imaginés à l'heure actuelle pour la production de courants à haute tension, peuvent se grouper en trois catégories :

Appareils à courant continu;
Appareils à courant alternatif;
Appareils à courant triphasé (champ tournant).

Ce dernier système a été l'une des curiosités de l'Exposition de Francfort. Tout le monde a entendu parler du transport de force installé par la Société d'électricité de Berlin, en collaboration avec Oerlikon. Bien que cette installation, si nos renseignements sont exacts, n'ait pas donné absolument ce qu'on en attendait, puisque, prévue pour un transport de force de 300 chevaux à 175 kilomètres sous un potentiel de 30 000 volts, elle n'a guère permis de transporter plus de 180 chevaux, sous un potentiel ne dépassant pas 15 000 volts, elle n'en constitue pas moins une tentative très remarquable à certains égards.

La question des courants triphasés est encore toutefois trop neuve et ne peut être considérée comme faisant partie du domaine de la pratique. Nous n'en parlerons ici que pour mémoire, en ajoutant cependant que la nécessité d'avoir trois fils pour la ligne (comme c'était le cas pour le transport de la force de Francfort), serait un obstacle sérieux à l'extension de ce système, si ingénieux qu'il paraisse, à ne considérer que le point de vue technique.

Revenons aux deux premiers modes de transmission de l'énergie électrique.

Dans quelle mesure le courant alternatif et le courant continu permettent-ils l'emploi des hauts potentiels? Il semble, au point où on en est actuellement, que tout l'avantage soit du côté du courant alternatif. C'est ce que nous allons tâcher de montrer aussi brièvement que possible, en énumérant les raisons qui plaident en faveur du courant alternatif, dans le cas des hauts potentiels.

1° *Sécurité de fonctionnement des dynamos.* — Le principe même de la construction des dynamos à courant alternatif permet d'obtenir pour celles-ci plus facilement qu'avec les dynamos à courant continu, d'une part un isolement suffisant, et de l'autre un fonctionnement certain. Le fractionnement de leurs différentes parties consécutives facilite les réparations et les rend plus économiques. Dans les dynamos à courant alternatif, les bobines à haut potentiel peuvent être fixes, et l'on évite l'inconvénient de frotteurs recevant le courant de haut potentiel. Enfin, avec ce genre de courant, on n'a pas, comme dans les dynamos à courant continu, de détérioration plus ou moins complète à craindre, par suite de la rupture accidentelle ou non raisonnée d'un circuit.

2° *Sécurité de la canalisation.* — Avec le courant alternatif, la somme algébrique des actions électrolytiques étant toujours nulle, la destruction des câbles ne se trouve pas favorisée comme dans le cas du courant continu. Citons comme exemples de canalisations de courants alternatifs, celles de Paris (éclairage du palais de l'Elysée), Monaco, Vienne, Rome, etc., où les câbles sont déposés simplement dans le sol sur tout ou partie du parcours, sans qu'il ait été pris d'autre précaution que de les entourer de sable fin pour les soustraire à l'humidité permanente.

3° *Facilité de transformation.* — C'est dans cette propriété que réside un des avantages les plus remarquables du courant alternatif. L'appareil qui sert à la transformation, le transformateur, a pour objet de modifier la pression et le débit du courant qui lui est envoyé, afin de mieux l'approprier aux appareils qu'il doit desservir et de le rendre maniable et sans danger pour les personnes. Il jouit de la propriété d'être réversible.

Cas du courant continu. — Le transformateur à courant continu est constitué soit par de nouvelles dynamos beaucoup plus importantes que les dynamos génératrices du courant, soit par des accumulateurs. Dans les deux cas on se trouve obligé d'avoir recours à un personnel supplémentaire et à des locaux spéciaux, et si l'on veut diminuer le nombre des stations de transformation, il faut augmenter l'importance du réseau secondaire. Sous le rapport du rendement, les conclusions ne sont pas plus favorables, car dans le cas de dynamos, le rendement maximum ne dépassera jamais 0,85 et avec des accumulateurs, il n'atteindra même pas ce chiffre. Quant au prix des appareils de transformation, il sera dans les deux cas au moins égal à une fois et demie celui des génératrices.

Cas du courant alternatif. — A l'encontre des transformateurs à courant continu, le transformateur à courant alternatif, basé uniquement sur l'induction de deux circuits voisins, est un appareil « rustique, » complètement inerte, ne comportant pas la moindre pièce en mouvement, ne nécessitant ni entretien, ni surveillance, ni mise en route, ni arrêt; il peut donc être abandonné à lui-même et être placé là où on doit utiliser le courant, soit dans un coin perdu de l'habitation, soit dans une cave, soit même en dehors des maisons, pourvu qu'il soit abrité. Avec un tel appareil, on a toute facilité de multiplier, autant qu'il est nécessaire, le nombre des postes de transformation, et de réduire au minimum l'importance des canalisations secondaires. Le prix de l'ensemble des transformateurs sera toujours inférieur à celui des dynamos génératrices. Le rendement atteindra facilement 0,97.

Réponses aux objections faites aux courants alternatifs. — 1° *Est-il possible d'accoupler plusieurs dynamos alternatives en parallèle?* — Les avantages qui résultent du fractionnement du matériel producteur conduisent à la nécessité de l'accouplement électrique des dynamos. Cette opération s'effectue sans la moindre difficulté avec les dynamos Zipernowsky, Deri et Blathy et présente même beaucoup moins d'aléa qu'avec le courant continu. Aux stations centrales de Grenoble, Monaco, Vienne, Rome, etc., l'accouplement en parallèle des dynamos de ce système s'effectue journellement, et depuis plus de trois ans dans la dernière.

De ce que deux dynamos alternatives peuvent fonctionner synchroniquement, on déduit immédiatement la possibilité d'effectuer un transport de force avec ce genre de courant. Nous reparlerons plus loin des électromoteurs Ganz qui permettent de résoudre le problème de la façon la plus satisfaisante.

2° *Impossibilité d'emmagasiner le courant alternatif.* — Nous pensons que le fractionnement de la puissance motrice mettant d'une façon presque absolue à l'abri d'une extinction même partielle, l'avantage que l'on peut trouver à emmagasiner le courant produit dans une station devient illusoire. Les frais d'entretien, la place exigée par les accumulateurs, leur faible rendement et leur prix élevé annuleront souvent le bénéfice semblant devoir résulter de leur emploi. D'ailleurs, si le courant continu devenait nécessaire, comme au cas particulier où l'on voudrait faire un travail électrolytique, le transport de force par courant alternatif permet parfaitement la conversion de ce courant en courant continu.

3° *Danger des courants alternatifs de haut potentiel.* — Le danger des courants de haut potentiel, qu'ils soient d'ailleurs continus ou alternatifs, n'est en somme pas plus à redouter que celui résultant de l'emploi de la vapeur à haute pression et des machines puissantes dont la nécessité s'impose chaque jour davantage. On peut même affirmer que les quelques rares accidents graves causés par l'électricité sont presque tous dus à des imprudences ou à des négligences de précautions élémentaires de la part de personnes chargées du service des stations. Le nombre d'accidents présentant quelque gravité semble d'ailleurs diminuer avec le développement des installations, ce qui prouve l'efficacité des précautions suggérées par la pratique.

Exemples de quelques « distributions d'énergie électrique » en France, par le système à courants alternatifs. — Avant de donner quelques exemples de « Distributions d'énergie électrique » en France par le système à courants alternatifs, nous ne pouvons passer sous silence les stations de Rome et de Vienne, parmi les nombreuses installations de ce système qui fonctionnent avec succès à l'étranger.

La station de Rome est une des plus considérables qui existent et offre un des plus beaux exemples d'une station centrale à courants alternatifs. Elle fonctionne depuis 1886 et est munie de machines du système Zipernowsky, Deri et Blathy. Elle comprend : 2 machines à

Digitized by Google

courants alternatifs de 80 000 watts (2 000 volts × 40 ampères) chacune, accouplées directement avec des machines à vapeur spéciales de 125 chevaux; 4 machines à courants alternatifs de 360 000 watts (2 000 volts × 180 ampères) chacune, accouplées directement avec 4 machines à vapeur compound de 500 chevaux; en outre, 4 dynamos excitatrices type Δ directement aussi reliées à leurs moteurs. La station peut alimenter jusqu'à 24 000 lampes de 16 bougies.

La station de Vienne, un peu plus récente, est sensiblement de la même importance que celle de Rome et fonctionne avec le même système.

Monaco. — Nous avons dit au début de cette étude que l'emploi des courants de haut potentiel permettait de réduire considérablement les frais de canalisation. Nous ne pouvons mieux faire que de citer à l'appui de notre assertion, l'exemple de deux installations faites par MM. Schneider et Cie en collaboration avec MM. Lombard, Gérin et Cie de Lyon, dans la principauté de Monaco. Cet exemple fera ressortir, de plus, toute la supériorité du courant alternatif, qui se prête merveilleusement à la généralisation du problème du transport de l'énergie électrique à grande distance.

La première installation (courant continu), spécialement affectée au service du Casino, envoie le courant sous une différence de potentiel de 110 volts; l'énergie électrique mise en circulation est de 100 chevaux, et avec une perte de 8 % il a fallu employer deux câbles de 500 millimètres de section chacun, pour une distance de 400 mètres des dynamos aux lampes.

La seconde installation (courant alternatif) distribue une énergie double de la précédente à une distance moyenne six fois plus considérable, avec une perte de charge qui n'atteint pas le tiers de la précédente, et le câble employé a une section plus de huit fois plus faible. La tension du courant est de 2 000 volts.

Valréas et Dieu-le-Fit. — Cette station centrale d'éclairage, qui a été exécutée d'après le système Ganz par la maison Lombard Gérin et Cie de Lyon, se distingue moins par son importance que par ce fait que deux villes, Valréas (Vaucluse) et Dieu-le-Fit (Drôme) sont éclairées au moyen d'une seule force motrice hydraulique cachée dans un coin des montagnes. La force hydraulique est empruntée à l'aide de deux turbines horizontales à Béconne, qui se trouve à 5 kilomètres de Dieu-le-Fit et à 14 kilomètres de Valréas. Chaque turbine, d'une force de 50 chevaux et pouvant faire 180 tours par minute, actionne une machine à courants alternatifs de 24 000 watts (2 000 volts × 12 ampères) et une dynamo excitatrice (type Δ I) pouvant produire à pleine charge 3 000 watts. Chacune des deux villes est pourvue de courant par son groupe indépendant, comprenant la machine à courants alternatifs, son excitatrice et ses appareils de réglage. Le réglage des turbines se fait par un régulateur hydraulique de Bouvier variant l'afflux d'eau selon les besoins de consommation de force. La tension secondaire est maintenue constante dans les deux villes par 2 rhéostats automatiques avec égalisateur, donc sans fil de retour. M. Hospitalier, dans sa description de cette installation (1), estime que ce système de réglage est « fort ingénieux et sûr ». Il ajoute : « Rien de plus pittoresque et de plus saisissant que le spectacle de cette petite construction perdue au milieu des montagnes, d'où partent des fils presque invisibles portant à des distances considérables l'énergie de forces naturelles inutilisées jusqu'ici ».

Le palais de l'Elysée à Paris. — Cet édifice est éclairé de l'usine centrale, établie à 2 kilomètres de là, au Palais-Royal. La Compagnie Continentale Edison, bien que possédant également au Palais-Royal une station centrale à courant continu, a compris que le seul moyen rationnel possible d'entreprendre cet éclairage était celui qu'offre le système à transformateurs. Aussi l'a-t-elle adopté pour cette installation, qu'elle a exécutée avec un succès complet.

Le courant est produit par une machine à courants alternatifs de 90 000 watts (45 ampères × 2 000 volts) et deux machines plus petites de 25 000 watts (12 ampères × 2 000 volts) chacune.

Ville de Grenoble. — Citons également la Société Grenobloise, qui a adopté avec succès le système à courants alternatifs pour la distribution de la force et de la lumière.

La station de Grenoble fait fonctionner plusieurs électromoteurs, et les résultats obtenus font prévoir un prompt développement dans ce centre où les petites industries sont nombreuses.

Description sommaire du matériel Ganz. — *Dynamo à courant alternatif (système Zipernowsky, Déri et Blathy.* — Dans cette dynamo, l'induit est fixe; c'est la disposition qui donne le plus de sécurité de fonctionnement en évitant tout contact glissant pour le courant de haut potentiel.

Tout le bâti de la dynamo est constitué par une plaque de fondation A (fig. 1) recevant deux flasques ou couronnes B solidement entretoisées et supportant les traverses C des coussinets munis des mêmes dispositifs que ceux des dynamos à courant continu dont nous parlerons tout à l'heure. Les bobines induites D sont réparties sur les couronnes et supportées par des traverses Σ, isolées elles-mêmes du bâti par des rondelles d'ébonite facilitant d'ailleurs le réglage de l'entrefer. Chacune des bobines est complètement indépendante des autres et peut être démontée rapidement en cas d'avarie. L'inducteur H, comportant autant de pôles qu'il y a de bobines induites, est placé à l'intérieur; il reçoit le courant de bas potentiel de l'excitatrice par des bagues et frotteurs placés du côté opposé à la poulie. Les noyaux des bobines induites et de l'inducteur sont formés de tôles d'acier extra-doux, isolées soigneusement entre elles et fortement assemblées. Cette disposition, nécessitée par l'inversion rapide du flux magnétique et les réactions de l'induit sur l'inducteur, conduit à un rendement très élevé et à un échauffement très faible. La réaction de l'induit est sans importance aucune dans les dynamos alternatives, puisqu'on n'a pas à se préoccuper des étincelles au collecteur, cet organe étant remplacé par de simples frotteurs sur lesquels le courant n'est jamais interrompu.

Le nombre d'alternances du courant par minute, produit du nombre de pôles par le nombre de tours, est d'environ 5 000, soit 83 par seconde. L'avantage, au point de vue du poids, qui pourrait résulter d'un nombre d'alternances plus considérable, serait contrebalancé

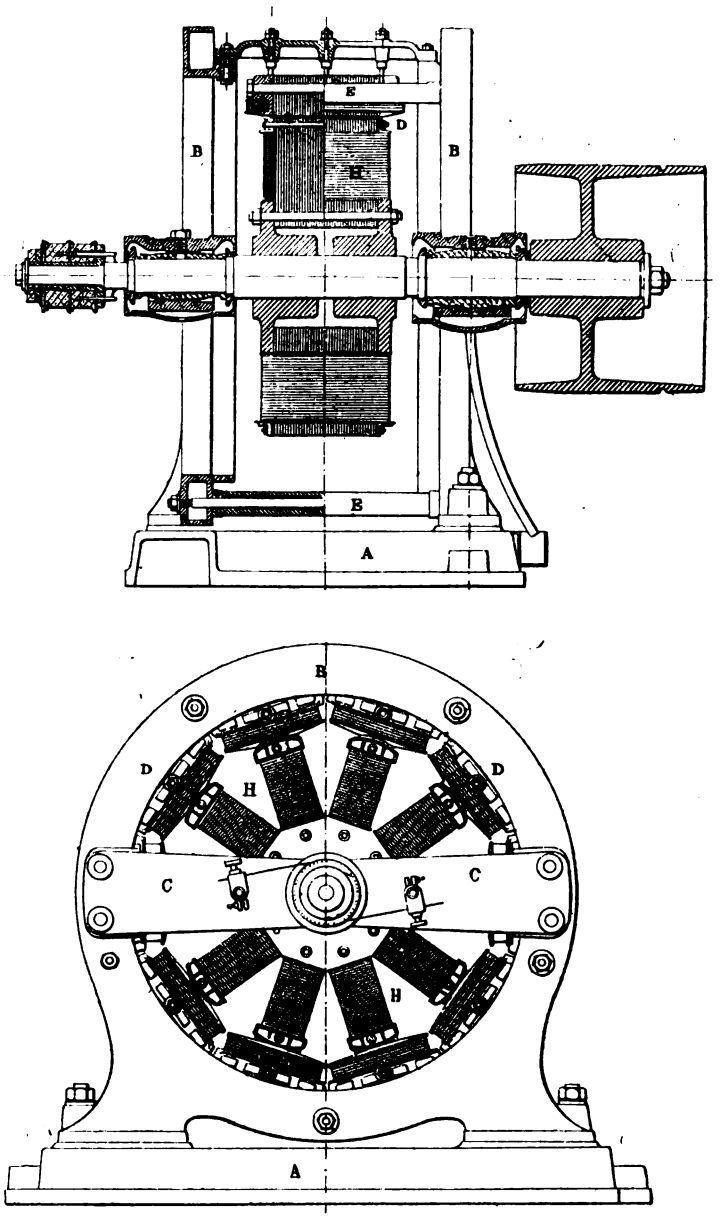


Fig. 1. — Coupes longitudinale et transversale de la dynamo à courant alternatif, système Zipernowsky, Déry et Blathy.

par un rendement moins bon de tous les appareils, et les constructeurs, qui avaient cru devoir adopter un nombre d'alternances de beaucoup supérieur à celui indiqué, ont été amenés à le réduire pour améliorer le rendement et le fonctionnement.

L'influence de la rapidité des alternances sur le rendement s'explique d'ailleurs par ce fait que lorsqu'une masse de métal est soumise à une induction magnétique variable, en dehors des courants parasites, dits de Foucault, qui s'y développent, elle oppose une certaine inertie, appelée hystérésis, à la variation de l'induction, qui nécessite la dépense d'un certain travail pour être vaincue. Les courants de Foucault motivent la disposition lamellaire des noyaux, et comme le travail d'hystérésis est proportionnel au nombre de variations de l'induction, il y a une certaine limite qu'il convient de ne pas dépasser pour que le rendement combiné avec le poids des appareils, conduise à la meilleure utilisation. Les dynamos alternatives se montent sur glissières quand elles sont commandées par courroies; dans les plus gros modèles actionnés directement par le moteur, des dispositions spéciales sont prises pour visiter rapidement l'intérieur de la dynamo.

(1) *La Nature*, 1889, n° 821.

Digitized by Google

Ce type de dynamos se construit sur sept modèles différents indiqués ci-après :

Numéro de la dynamo	Puissance nominale en watts	Nombre de pôles	Nombre de tours par minute
—	—	—	—
A_1	10.000	6	830
A_2	20.000	6	830
A_3	30.000	8	625
A_5	50.000	10	500
A_6	80.000	14	360
A_7	180.000	30	170
A_8	360.000	40	125

Le voltage habituel est de 2000 volts ; il existe néanmoins des cas où on a adopté 3 000 volts, et à la station de Tivoli, distante de Rome de 28 kilomètres, on a admis une tension primaire de 5 000 volts. Les dynamos à courant alternatif sont excitées par des dynamos à courant continu du système Ganz, et dont nous allons également donner la description.

Dynamo à courant continu. — La dynamo à courant continu du système Ganz, caractérisée par une construction particulièrement robuste et soignée, se recommande par un ensemble de dispositions spéciales conduisant à un fonctionnement excellent et à un rendement élevé, tout en n'exigeant qu'une faible vitesse.

L'inducteur A, (fig. 2) en acier forgé extra-doux, est solidement fixé dans le bâti B, en fonte, au moment même de la coulée de ce dernier, assurant ainsi un contact intime entre les pièces et réduisant la résistance magnétique du système en procurant une très grande résistance mécanique.

L'induit ou partie mobile, source du courant, est constitué par des tôles minces, isolées entre elles et fortement assemblées sur l'arbre; li porte des rainures dans le sens des génératrices; dans ces rainures

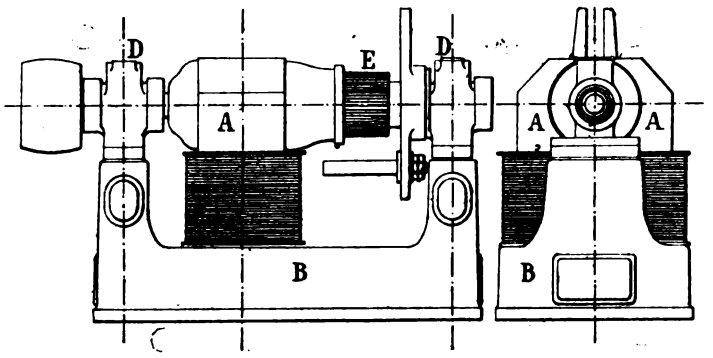


Fig. 2. — Dynamo excitatrice à courant continu du type A.

sont logés les fils qui aboutissent au collecteur E. Cette disposition conduit à un tambour très robuste, ne risquant pas d'être endommagé soit par sa manutention, soit par sa rotation dans l'inducteur ; elle permet d'ailleurs de réduire l'entrefer au minimum, la surface extérieure étant parfaitement cylindrique, et cette circonstance, jointe à l'influence des rainures et à la disposition de l'inducteur, a finalement pour résultat une résistance magnétique totale très faible ne nécessitant également qu'une faible dépense d'énergie pour la création d'un champ magnétique très puissant.

De la grande valeur du champ magnétique résulte un poids de fil induit très faible, atteignant à peine le dixième du poids du fil inducteur, d'où une réaction de l'induit presque nulle, et une absence d'étincelles presque complète.

Les paliers D D, isolés magnétiquement du bâti, sont munis de coussinets à rotule réduisant les pertes par frottement au minimum ; des dispositifs spéciaux ont été employés pour obtenir un graissage abondant, sans surveillance soutenue, et pour éviter les projections ou les entraînements d'huile sous l'action de la rotation de l'arbre. Toute la machine est montée sur des glissières permettant de donner à la courroie de commande la tension nécessaire sans l'exagérer.

En résumé, les points caractéristiques de la dynamo Ganz sont les suivants : faible vitesse de rotation, grande sécurité de marche, élasticité de puissance très étendue, suppression complète des étincelles, entretien insignifiant, rendement élevé.

Ces dynamos se construisent sous des potentiels variant de 60 à 500 volts et, exceptionnellement, jusqu'à 1 000 volts. La dynamo Δ est à quatre pôles. Les enroulements des inducteurs sont en dérivation, en série ou compound, suivant les cas.

Les bornes de prise de courant sont montées sur porcelaine, assurant une isolation parfaite, et des fusibles soigneusement calibrés préviennent toute détérioration pouvant résulter d'un court circuit accidentel.

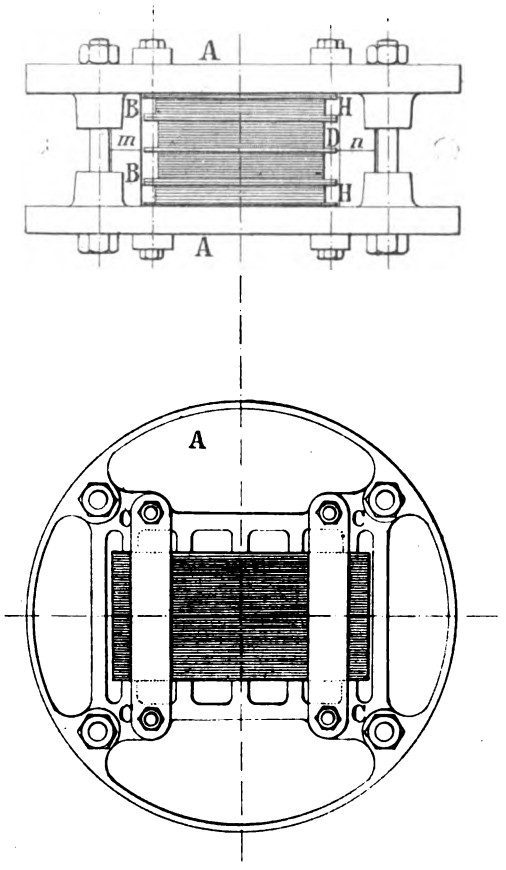


Fig. 3. — Transformateur.

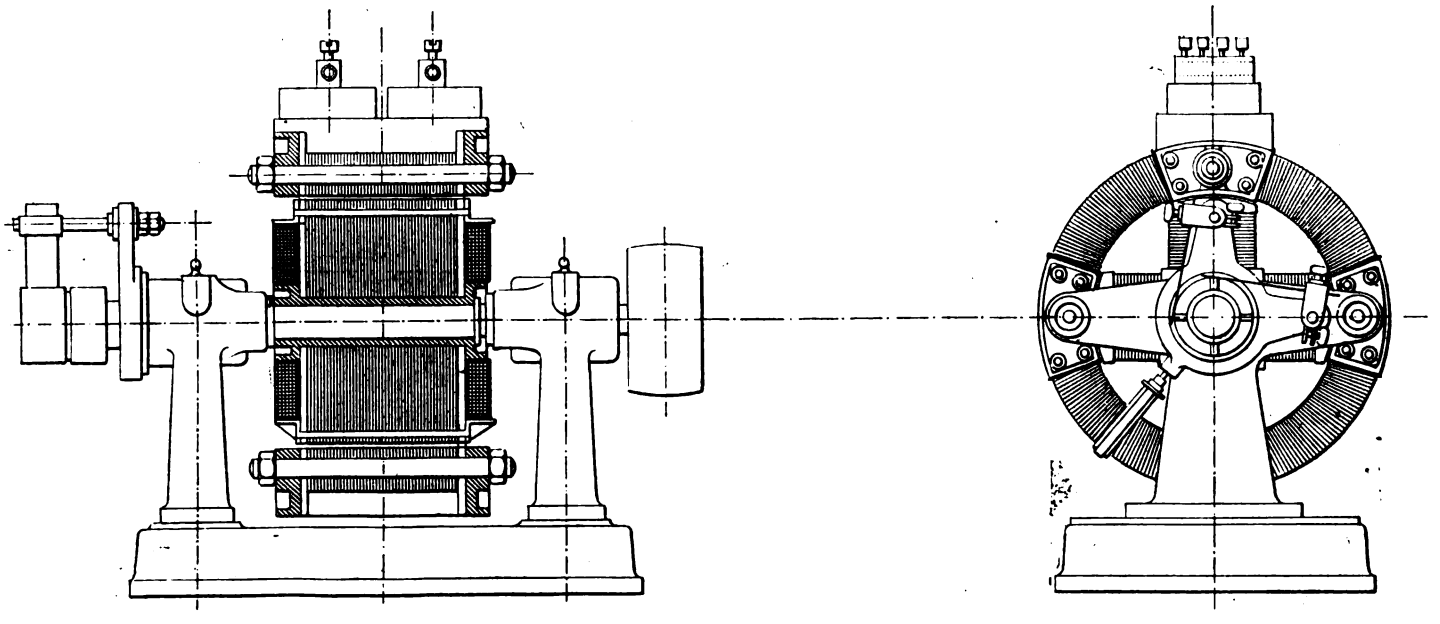


Fig. 4. — Électromateur petit modèle.

Digitized by Google

Les dynamos « delta » se construisent sous dix modèles différents définis dans le tableau ci-après :

Numéro de la dynamo	Puissance nominale en watts	Nombre de tours par minute
—	—	—
Δ_{00}	1.000	1.500
Δ_0	1.600	1.500
Δ_1	3.200	900
Δ_2	6.600	700
Δ_3	11.000	600
$\Delta_{3\,1/2}$	16.500	550
Δ_4	22.000	500
$\Delta_{4\,1/2}$	33.000	450
Δ_5	44.000	400
Δ_6	100.000	300

Transformateurs. — Les transformateurs Ganz sont les premiers appareils de ce genre construits avec le dispositif à circuit magnétique fermé, c'est-à-dire que le noyau de fer au lieu d'être rectiligne a la forme d'un tore ou d'un rectangle. Cette disposition, imitée d'ailleurs par tous les constructeurs, est une condition essentielle pour un bon fonctionnement et un rendement élevé.

Le dernier modèle (fig. 4), complètement démontable, se compose de deux plateaux en fonte A dans lesquels sont encastrés par compression deux paquets de tôles B isolées comme dans les tambours de dynamos à courant continu et comme les dynamos alternatives. Les tôles ont la forme d'un E et une fois le transformateur monté, les trois branches de chacun des paquets viennent se juxtaposer suivant la ligne *m n*. Les vides laissés entre les branches des E reçoivent trois bobines de fil dont les carcasses sont faites en carton spécial de haut isolement. La bobine centrale D est à fil fin faisant un grand nombre de tours : c'est la bobine primaire, recevant directement le courant de haut potentiel de la ligne. Les deux bobines extrêmes H sont à gros fils ; elles comportent un petit nombre de tours de fils et constituent le circuit secondaire. Les extrémités des fils des bobines aboutissent à des bornes montées sur porcelaine permettant de faire les jonctions avec le réseau primaire et la canalisation secondaire. Les quatre boulons C assemblent solidement les deux moitiés de l'appareil. La disposition adoptée permet un démontage rapide en cas d'avarie à l'une des bobines tout en réalisant une construction simple et un refroidissement facile.

Un tel appareil a un rendement extrêmement élevé atteignant facilement 0,97 : il est d'ailleurs complètement autorégulateur, c'est-à-dire que la différence de potentiel secondaire reste constante quel que soit le travail demandé à l'appareil. L'énergie qui arrive dans le circuit primaire est exactement la même que celle demandée au secondaire, plus l'énergie nécessaire pour la magnétisation alternative du noyau. Cette énergie, sensiblement constante quelle que soit la charge, n'est guère que les 2 ou 3 % de la puissance nominale du transformateur.

Les transformateurs sont généralement construits sur quatre modèles différents de puissances respectives de 1 000, 2 500, 5 000 et 10 000 watts. Les modèles plus puissants se font sur commande spéciale.

Comme les dynamos alternatives, les transformateurs s'accouplent en parallèle.

Electromoteurs. — Les électromoteurs à courant continu ou alternatif sont identiques aux dynamos génératrices, sauf ceux du type de faible puissance qui en diffèrent légèrement. La figure 1 montre la disposition adoptée dans ce dernier cas. Ces électromoteurs sont excités par le courant alternatif redressé et, par suite des bobinages adoptés, les étincelles au redresseur sont pratiquement nulles.

Les caractéristiques des électromoteurs Ganz consistent dans leur vitesse rigoureusement constante, quelle que soit la charge, et dans leur très grande élasticité de puissance ; on peut, en effet, les surcharger brusquement de 60 à 80 % de leur puissance nominale avant de les faire caler.

L'arrêt accidentel d'un électromoteur à courant alternatif est sans importance et par suite de la self-induction qui lui est propre, la valeur du courant qui le traverse n'atteint pas le double de celle correspondant à la marche en pleine charge. Un tel courant est incapable de détériorer un appareil dont les dimensions sont d'ailleurs largement calculées.

Avec les électromoteurs à courant continu, au contraire, si on n'a pas soin de les protéger contre un courant trop intense par des pièces spéciales appelées *fusibles de sûreté*, ces appareils sont rapidement mis hors de service en cas d'arrêt imprévu.

Dans ce rapide exposé, que, malgré l'importance du sujet, nous n'avons pu développer au delà du cadre restreint que nous nous étions imposé, nous avons vu comment l'emploi du courant alternatif, en raison des nombreux avantages qu'il présente, est appelé à se généraliser de plus en plus.

Nous croyons avoir montré suffisamment la supériorité des appareils du système Zipernowsky, Déri et Blathy, et la façon tout à fait satisfaisante dont ils permettent de résoudre le problème si intéressant et si plein d'actualité du transport et de la distribution de l'énergie électrique. Nous avons vu tout le parti que l'on pouvait tirer de ces appareils pour l'emploi du courant alternatif et les services de divers genres qu'ils sont susceptibles de rendre.

Si aux qualités inhérentes au système lui-même, on ajoutait la garantie d'une exécution irréprochable, on aurait certainement toutes les conditions voulues pour l'exploitation sûre et économique d'une station centrale. Ces desiderata se trouvent heureusement réalisés chez MM. Schneider et Cie, qui ont installé dans leurs usines du Creusot un atelier spécial pour la construction des appareils électriques et qui se sont assuré par un traité avec MM. Ganz et Cie, de Budapest, le droit exclusif de construction pour la France et ses colonies des machines à courant continu et à courant alternatif (système Zipernowski, Déri et Blathy) de cette maison. Les moyens d'action dont ils disposent, la longue expérience industrielle qu'ils ont acquise, leur outillage perfectionné, le choix judicieux des matières qu'ils emploient, la méthode et le soin qu'ils apportent dans toutes leurs constructions, sont autant de garanties de la bonne exécution du matériel électrique qu'ils construisent, garanties fort appréciables dans une industrie aussi délicate et qui exige autant de perfection que celle de la construction des appareils électriques.

En dehors des dynamos transformateurs et électromoteurs, le Creusot construit également tous les accessoires principaux nécessaires à l'établissement d'une station centrale. Parmi ces accessoires, nous signalerons les rhéostats à main et automatiques pour maintenir le potentiel ou le courant constant, les commutateurs, prises de courant, etc. Tous ces appareils, très soignés de forme et de construction, sont montés sur porcelaine et assurent une isolation parfaite.

L. DE THUNIMONT.

LAMPES A ARC JAPY

Parmi les nombreux perfectionnements apportés récemment dans l'éclairage électrique, il convient de signaler la nouvelle lampe à arc Japy, que nous allons décrire.

Il y a quelques années, certaines lampes à arc à mouvement d'horlogerie, mal étudiées, avaient fait craindre qu'il ne fallût recourir, dans la construction de ces appareils, à d'autres procédés, soit aux freins, soit aux électro-moteurs ou aux lampes à action directe. Après de nombreux essais de tous ces systèmes, MM. Japy ont reconnu que ces mécanismes, en apparence simples, demandent une telle précision dans la construction, que le prix de revient en est très élevé, si on veut assurer une marche convenable. Aussi ont-ils définitivement arrêté leur choix sur un système à mouvement d'horlogerie assez simple pour que l'on n'ait plus à redouter les inconvénients signalés précédemment, surtout si l'on tient compte de ce fait que les organes de la nouvelle lampe à arc sont faits en métal inoxydable et contenus dans une enveloppe parfaitement à l'abri des poussières. De plus, la dimension restreinte de cette lampe permet de tenir le foyer près du plafond.

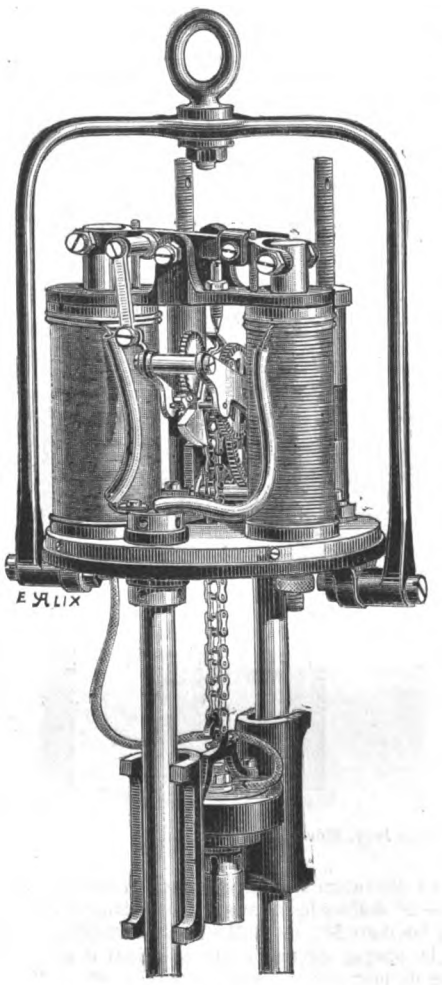


Fig. 1. — Mécanisme de la lampe Japy.

Il est remarquable qu'avec un appareil aussi léger, ne pesant que 3 kilogr. environ, on ait obtenu une rigidité parfaite assurant, avec un même type de lampe, un fonctionnement irréprochable, à des intensités variant de 2 1/2 à 12 ampères.

Cette lampe est construite différentielle et à foyer fixe, chose indispensable toutes les fois qu'il s'agit d'éclairer un espace autre qu'un chantier ; elle fonctionne aussi bien en tension par 2, 3, 4, 5, etc., que placée en dérivation sur courants continus ou alternatifs. En conséquence, si elle est très satisfaisante dans l'éclairage extérieur, où les intensités de 5 à 10 ampères sont nécessaires, elle donne aussi des résultats encore meilleurs pour l'éclairage intérieur des magasins, hôtels, bureaux, et même salons de réception, locaux généralement peu élevés, où l'intensité demande à être répartie, aussi bien comme pouvoir éclairant que comme dépense réduite.

Une curieuse disposition des appareils a été réalisée dernièrement

Digitized by Google

dans une fête : tous les salons ont pu être éclairés avec des lampes de ce système renfermées dans des lanternes chinoises en papier, supprimant complétement les nuances blafardes que produit généralement la lampe à arc ordinaire sur les visages.

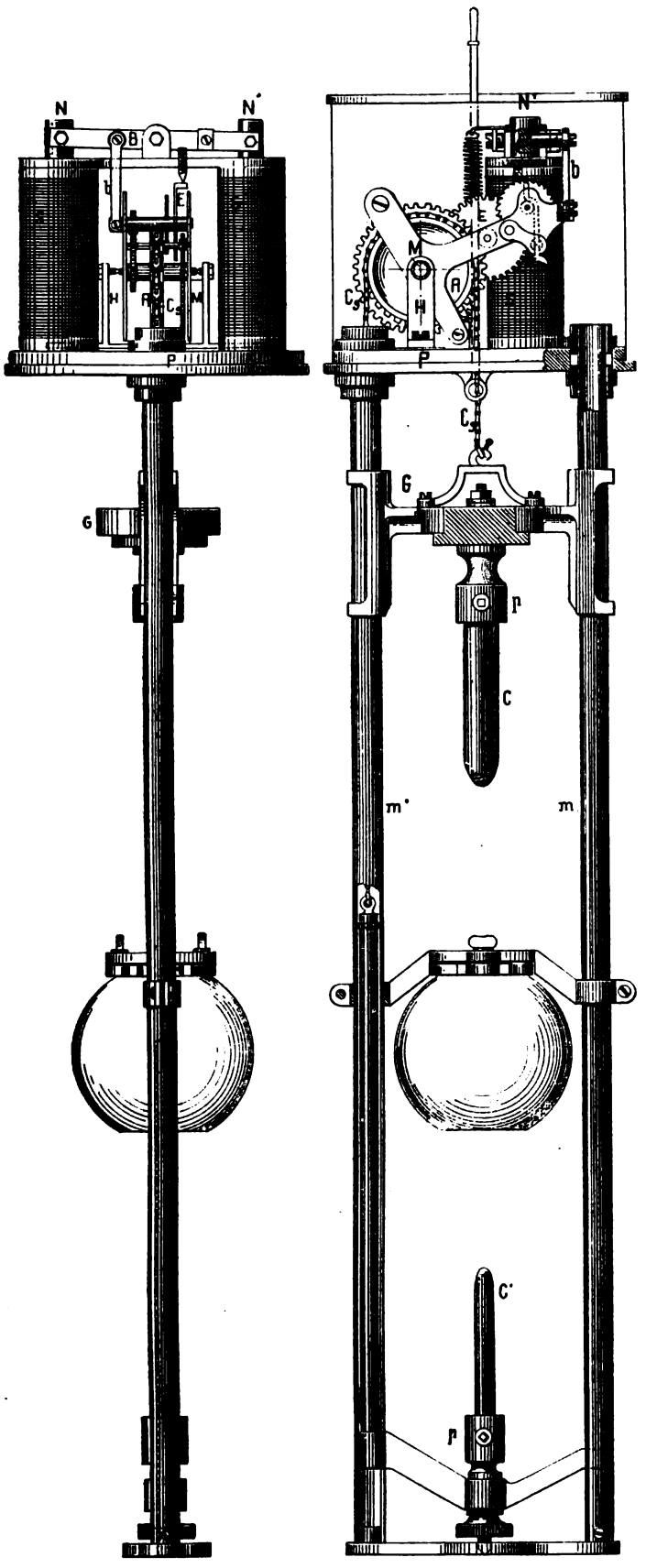


FIG. 2. — Lampe Japy. Elévation et profil.

S Solénoïde en fil fin placé en dérivation sur les bornes de la lampe, aspirant le noyau en fer doux N; — S′ Solénoïde en gros fil placé dans le circuit principal, aspirant le noyau en fer doux N′; — M Mouvement d'horlogerie à échappement à ancre isolé de la plaque du mécanisme principal P et pivotant sur son axe; — P Plaque de mécanisme d'ensemble; — *m* et *m′* Montants de la lampe formant guides du porte-charbon supérieur et inférieur; — C *g* Chaîne Galle formant crémaillère souple commandée par la roue motrice dentée R; — R Roue motrice dentée commandant le rapprochement continuel des charbons lorsque la lampe fonctionne et produisant également l'écart des charbons à la mise en route; — B Balancier pivotant par son milieu et supportant les deux noyaux en fer doux N N′; — *b* Bielle d'accouplement reliant le mouvement d'horlogerie M au balancier B; — G Glissière du porte-charbon supérieur; — H Chape supportant le mouvement d'horlogerie M; — *p p′* Charbons; — E Echappement à ancre.

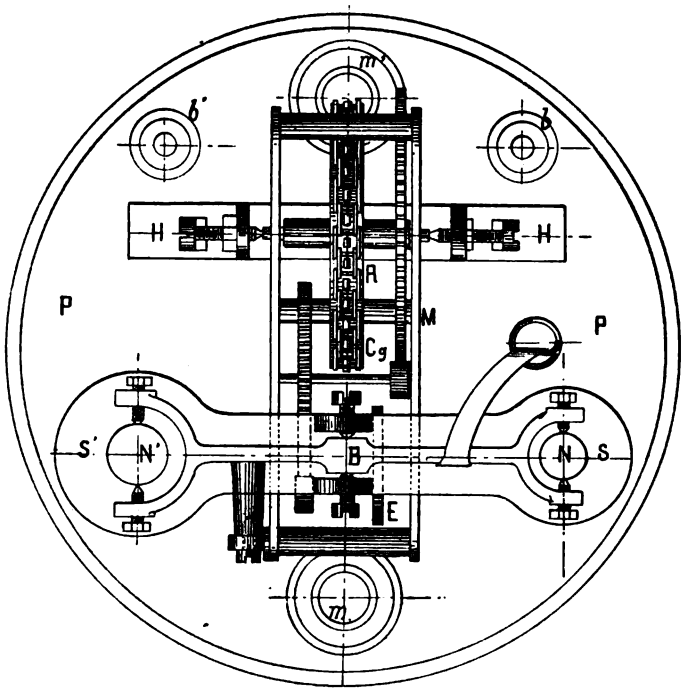


FIG. 3. — Lampe Japy. Plan du mécanisme.

Nous avons dit plus haut que la même lampe fonctionne sur cou-

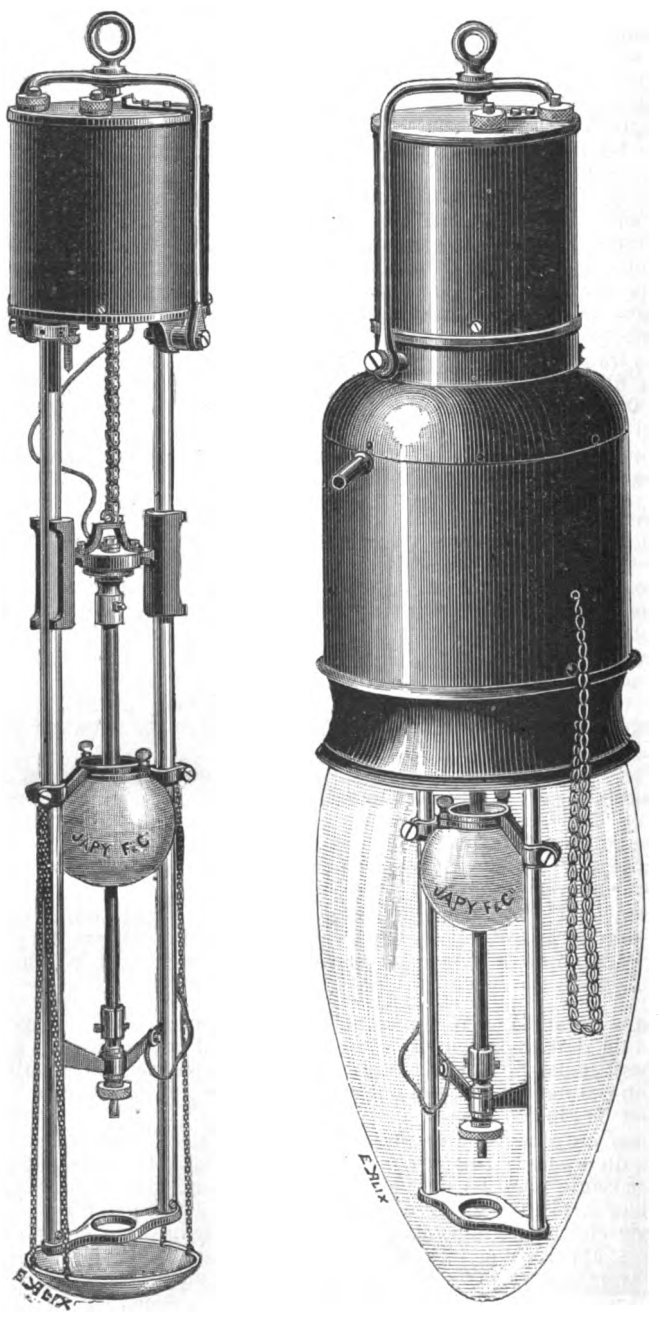


FIG. 4 et 5. — Dispositions de lampes Japy.

Digitized by Google

Digitized by Google

PONT WASHINGTON SUR LA RIVI

Fig. 1 — Élévation du Pont exécuté

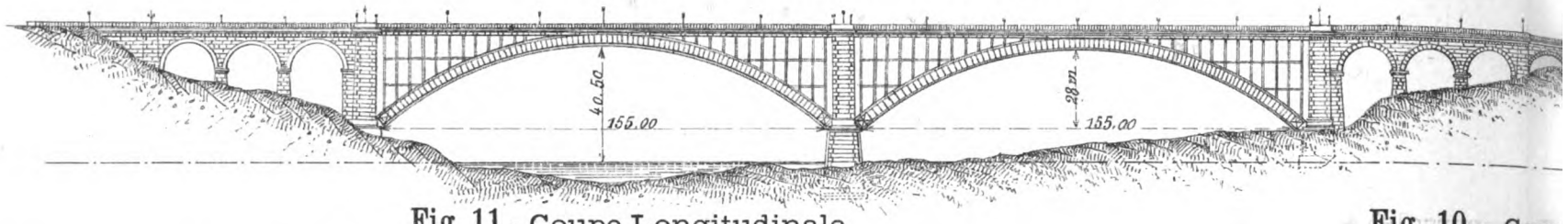


Fig. 11 - Coupe Longitudinale

Fig. 10 - Coup

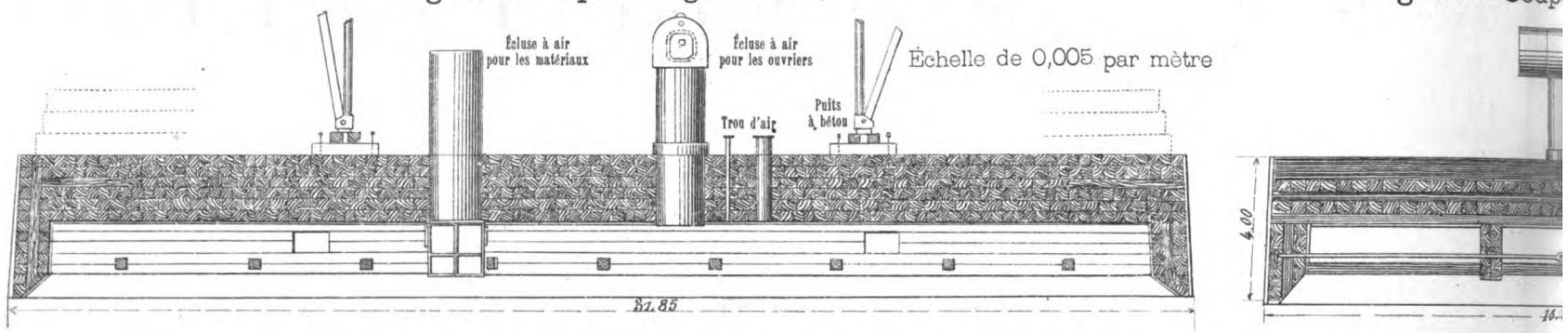


Fig. 12 - Détails des Échafaudages

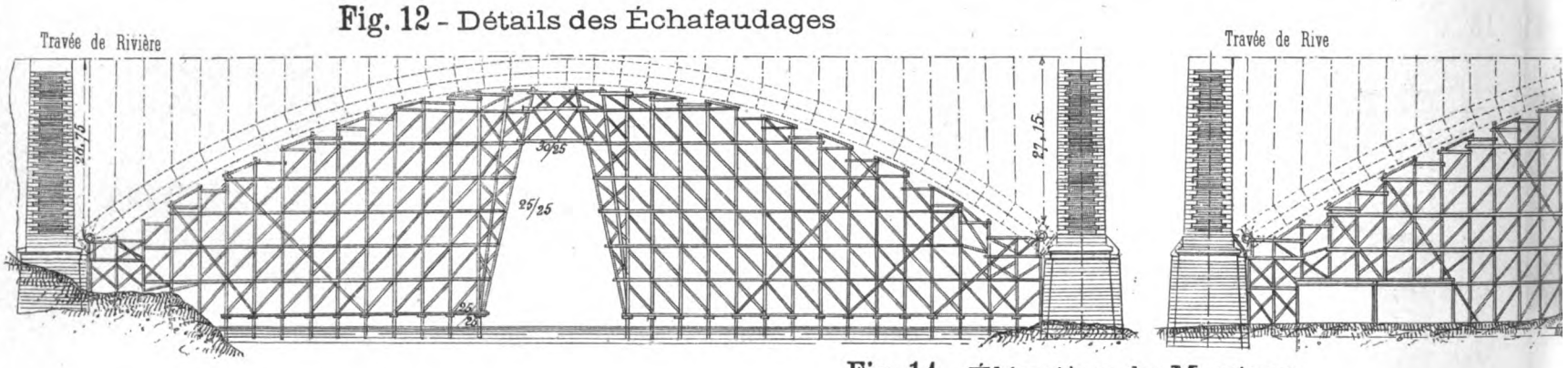


Fig. 14 - Élévation du Montage

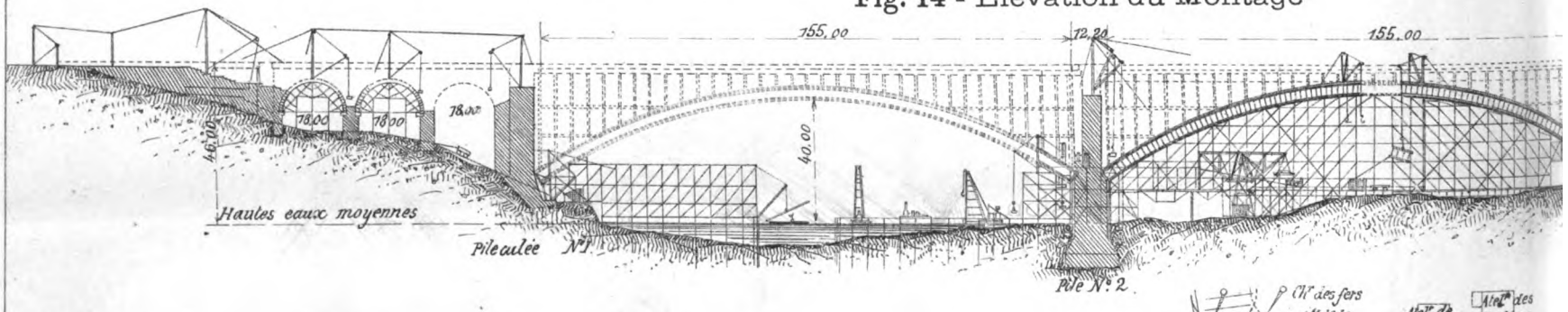
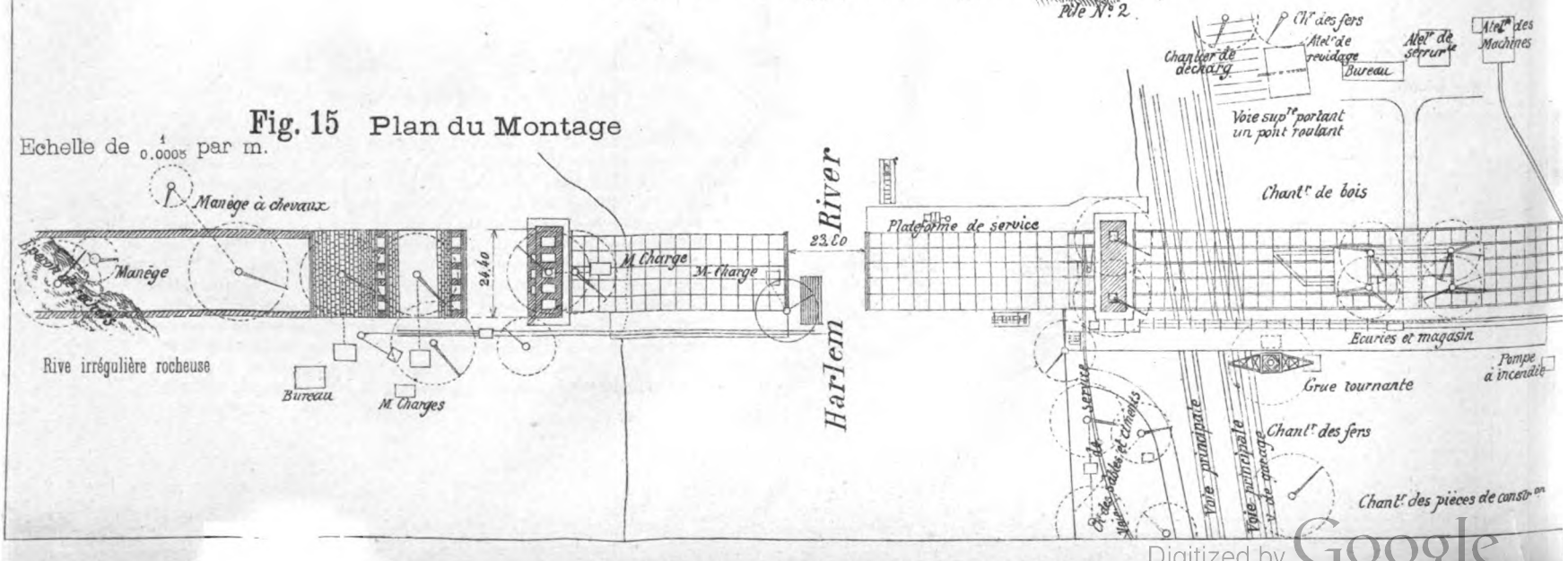


Fig. 15 Plan du Montage



Digitized by Google

RE HARLEM A NEW-YORK

Fig. 4
Vue en bout du 1er segment

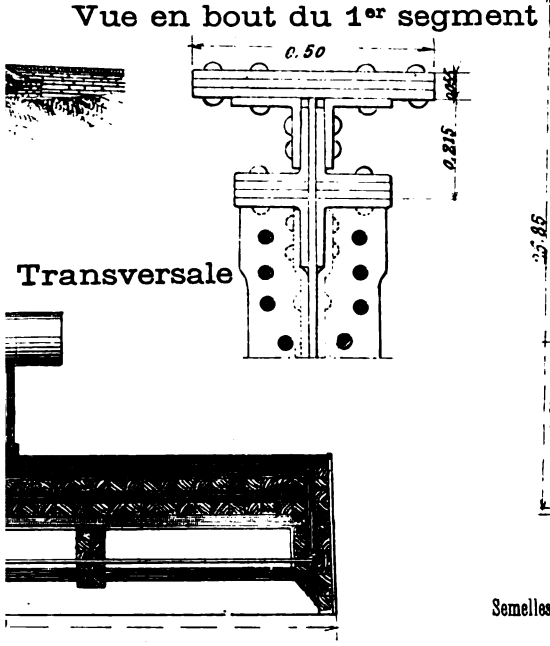
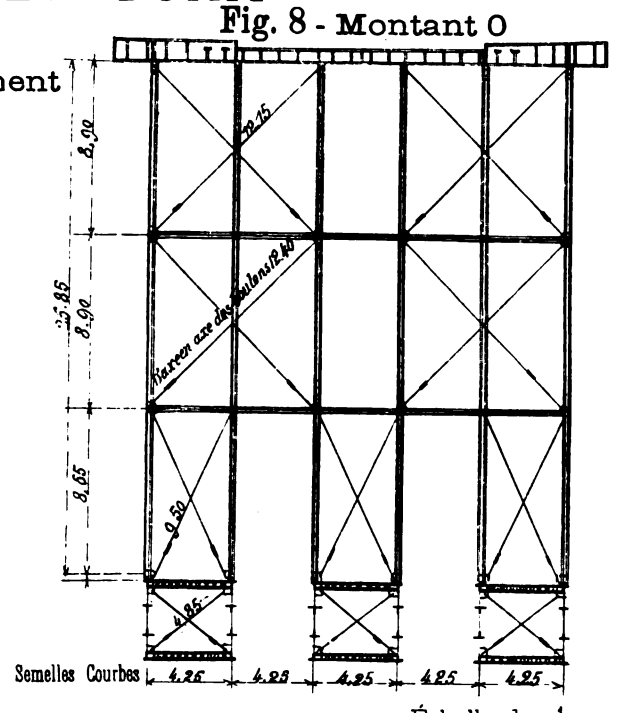


Fig. 8 - Montant 0



Échelle de $\frac{1}{400}$

Fig. 7 - Montant 1

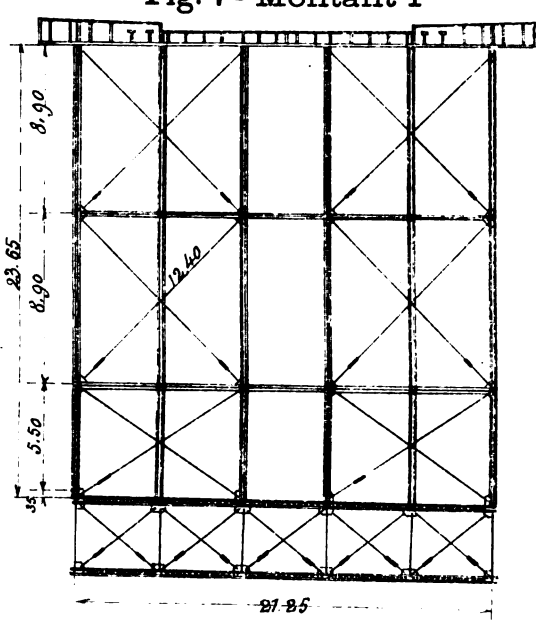


Fig. 9 - Montant 13

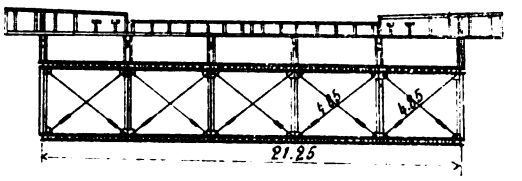


Fig. 13
Échelle de 0,001 par mètre

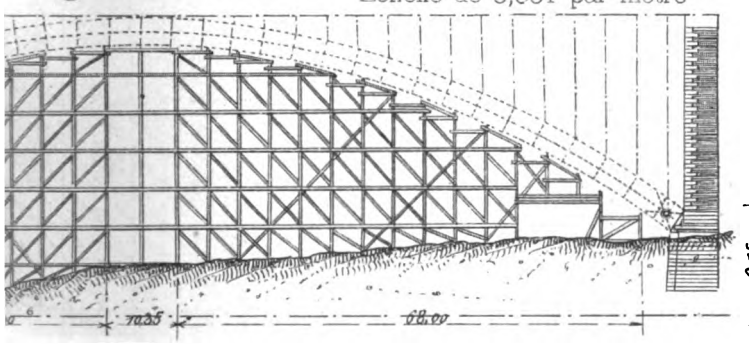
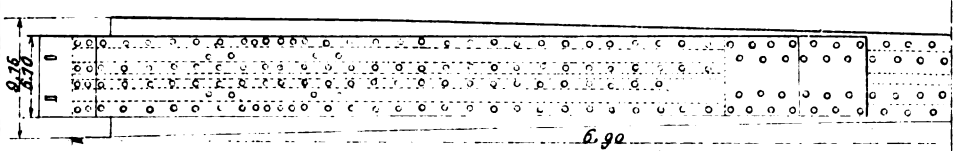


Fig. 6 — Socle et premier segment de l'arc : Plan



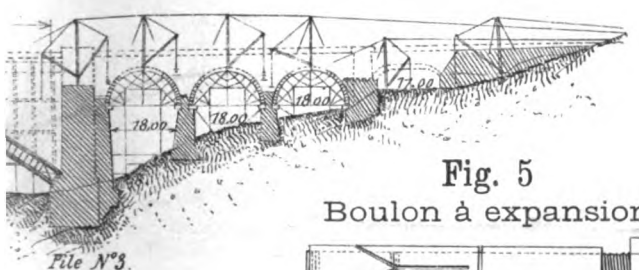


Fig. 5
Boulon à expansion

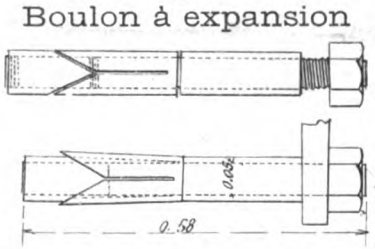
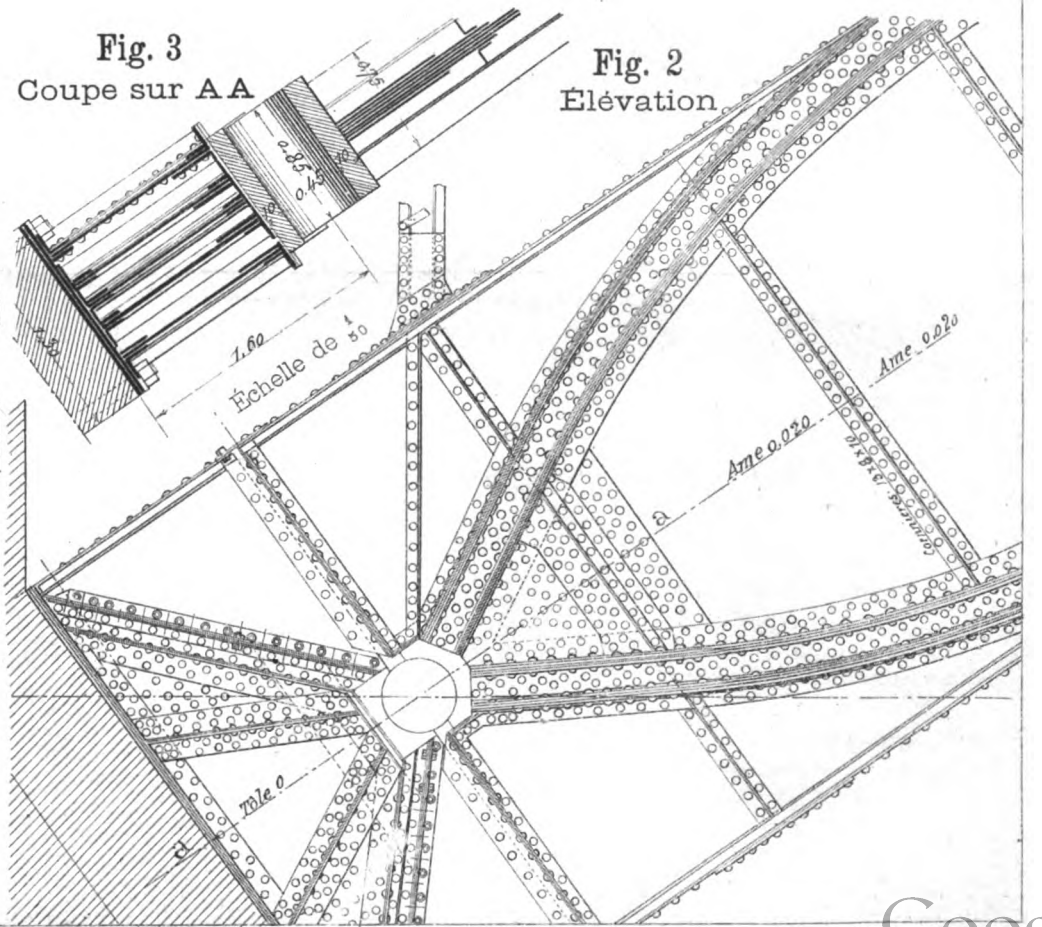


Fig. 3
Coupe sur AA

Fig. 2
Élévation



Imp. CHAIX, 20, Rue Bergère PARIS

Digitized by Google

Digitized by Google

rants continus ou alternatifs; en effet, il suffit de changer instantanément une seule pièce de détail de la lampe pour qu'elle puisse mar-

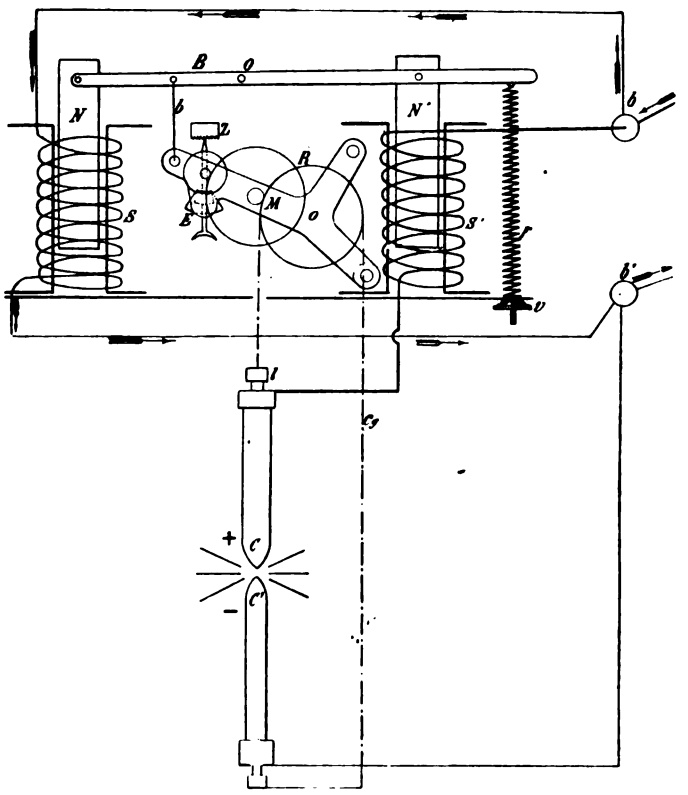


Fig. 6. — Lampe Japy. Schéma.

cher sur un courant alternatif quelconque. C'est ainsi que l'on a pu récemment remplacer cinq foyers Jablochkoff par cinq arcs Japy sur le même voltage, avec une marche silencieuse et une fixité remarquable.

Description des organes de la lampe différentielle. — La figure 1 représente le mécanisme ainsi que le porte-charbon supérieur.

Les figures 2 et 3 représentent la lampe entière en élévation et en profil.

Les figures 4 et 5 représentent les vues extérieures adoptées suivant les cas particuliers.

La figure 6 en donne le schéma, et la figure 7 représente un diagramme relevé sur un courant de 2,7 ampères seulement.

Fonctionnement de la lampe. — Les charbons étant à l'écart, la lampe fonctionne comme suit (fig. 6):

Le courant arrive par la borne *b*, traverse le solénoïde à fil fin S et retourne à la borne *b'*.

A ce moment, le noyau en fer doux N est aspiré à l'intérieur du solénoïde S et entraîne dans son mouvement le balancier B qui pivote par son milieu en O.

Comme le balancier B commande au moyen d'une bielle d'accouplement *b* le mouvement d'horlogerie M pivotant en O', celui-ci s'abaisse en mettant les charbons en contact.

Aussitôt ce contact établi, le courant principal traverse le solénoïde à gros fil S', qui aspire à son tour le noyau en fer doux N', lequel replace le balancier B dans sa position primitive. La lampe est ainsi allumée. Au fur et à mesure que les charbons s'usent et que la résistance de l'arc augmente, le courant dérivé dans le solénoïde à fil fin S augmente aussi en aspirant progressivement de plus en plus le noyau en fer doux N, jusqu'à ce que l'échappement à ancre E laisse défiler le mouvement d'horlogerie M lorsqu'il se débraye du petit peigne denté Z. Les charbons se rapprochent alors d'une très petite quantité, attendu qu'aussitôt le balancier B revient dans sa position première sous l'action du solénoïde à gros fil S'. Le fonctionnement s'opère donc continuellement par courts intervalles.

Les charbons sont actionnés par la chaîne de Galle C*g* s'enroulant sur la roue motrice dentée R. Le porte-charbon supérieur est isolé en *i'* de la chaîne de Galle C*g* formant crémaillère souple. Le porte-charbon supérieur est le poids moteur de la lampe. Le ressort R sert à régler la lampe au moyen de l'écrou V.

L'appareil que nous venons de décrire est construit par la maison Japy frères qui, depuis plus d'un siècle, a toujours tenu un des premiers rangs dans les progrès des nombreuses branches industrielles françaises; elle ne pouvait rester étrangère à l'industrie électrique concernant la lampe, laquelle touche de près à la petite mécanique de précision, c'est-à-dire a l'une de ses plus importantes spécialités. C'est à l'initiative de M. Henri Japy, ancien élève de l'Ecole Centrale, qu'est due la création de cette nouvelle branche d'industrie, dans laquelle il s'est fait seconder par M. Helmer.

G. Foris.

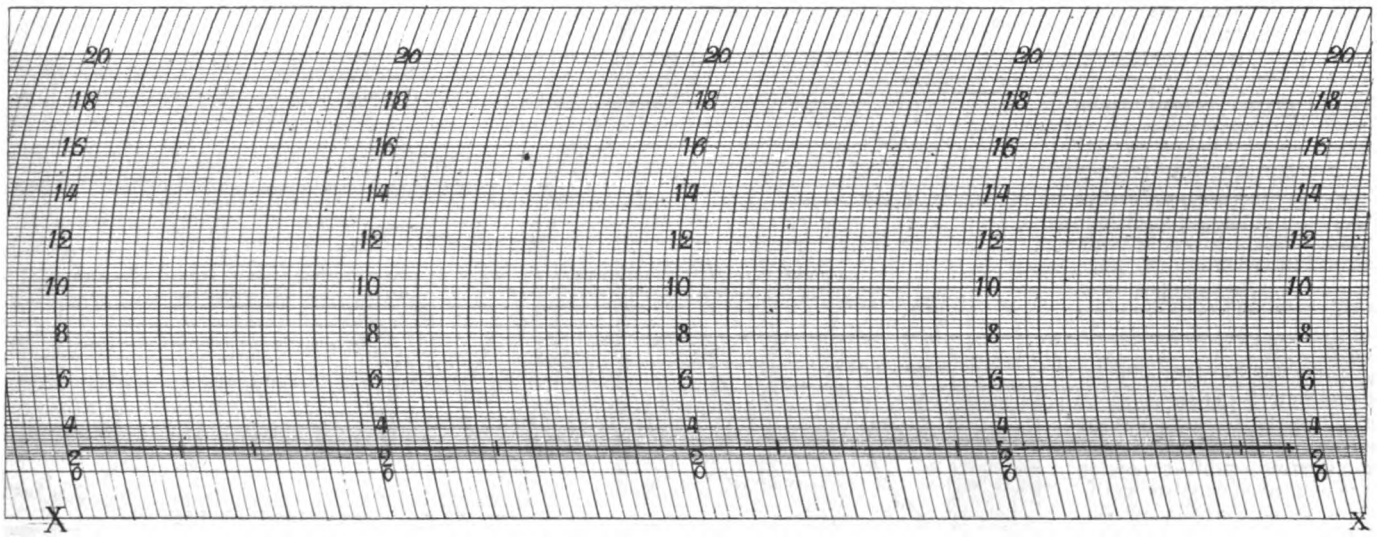


Fig. 7. — Diagramme relevé sur un courant de 2,7 ampères.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

POUVOIR CALORIFIQUE DES COMBUSTIBLES

Détermination industrielle par l'appareil de M. P. Mahler.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale avait voté, l'année dernière, un fonds spécial pour des recherches scientifiques, et avait confié celles-ci à un jeune Ingénieur des Mines, M. Pierre Mahler, qui vient de produire un intéressant travail, intitulé par lui : *Détermination industrielle du pouvoir calorifique des combustibles*. L'auteur a exposé le résultat de ses recherches à la Société d'Encouragement, dans sa séance du 27 novembre dernier. Nous allons analyser ici sa communication, que nous compléterons par quelques résultats d'expériences exécutées avec son appareil calorimétrique.

La physique industrielle ne présente pas de problème plus intéressant que la détermination de la capacité calorifique des combustibles.

Cette détermination se fait actuellement soit par le procédé de Berthier, qui est inexact, soit au moyen de l'analyse élémentaire qui est délicate et longue à exécuter.

On arrive facilement à des résultats précis en employant la bombe calorimétrique de MM. Berthelot et Vieille (1). Malheureusement cet appareil, employé par M. Berthelot au Collège de France, est d'un prix trop élevé pour le budget des laboratoires industriels, à cause de la grande quantité de platine qui entre dans sa construction.

M. P. Mahler a imaginé un *obus calorimétrique* qui est une modification de l'appareil du Collège de France et qui est né de la préoccupation suivante : mettre entre les mains des Ingénieurs une machine relativement peu coûteuse, vraie éprouvette à charbon qui leur permette d'apprécier aisément les combustibles solides, liquides et gazeux, avec toute la rigueur d'un procédé scientifique qui, pour être simple, n'en est pas moins très perfectionné.

Ce nouvel appareil a été essayé en public à la Société d'Encoura-

(1) MM. Berthelot et Vieille. — *Journal de Physique et de Chimie*. Passim.

Digitized by Google

gement et, depuis, dans les laboratoires de l'Ecole des Mines, devant un grand nombre d'Ingénieurs de chemins de fer, d'industriels, de métallurgistes, etc.

Principe de l'appareil. — Dans une capacité à parois résistantes, on place le combustible ; on introduit ensuite de l'oxygène sous une pression convenable, et on ferme exactement l'enceinte. Si l'on immerge alors l'appareil dans l'eau d'un calorimètre et que l'on enflamme par un artifice quelconque le combustible, celui-ci, grâce à la grande quantité d'oxygène, brûle complètement et presque instantanément. Sa chaleur dégagée se transmet, sans aucune déperdition, à l'eau du calorimètre et aux diverses pièces de l'appareil, et il est facile de l'estimer comme dans toutes les opérations calorimétriques. Seulement, dans le cas présent, eu égard à la rapidité de l'expérience, la plupart des corrections en usage dans les cabinets de physique deviennent négligeables, par exemple celles qui proviennent de l'évaporation de l'eau.

Description de l'appareil (fig. 1). — L'appareil de M. Mahler se compose essentiellement d'un obus B, d'un calorimètre D, d'une enveloppe isolatrice A et d'un agitateur S.

L'*obus* est en acier supérieur demi-doux, forgé au mandrin. Cet acier, plus doux que l'acier à canon, présente 55 kilogr. de résistance par millimètre carré de section, et 22 °/₀ d'allongement. La qualité en a été choisie avec soin, non seulement à cause de la résistance que doit offrir la chambre de combustion, mais surtout pour faciliter l'émaillage dont il sera parlé plus loin.

L'obus a 654 centimètres cubes de capacité ; ses parois ont 8 millimètres d'épaisseur.

Cette capacité, qui est bien plus grande que celle de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, a d'abord l'avantage d'assurer dans tous les cas une parfaite combustion du charbon par un certain excès d'oxygène, même quand la pureté de ce gaz livré par le commerce laisse un peu à désirer. En outre, l'obus peut ainsi servir à l'étude des gaz des gazogènes de l'industrie qui contiennent jusqu'à 70 °/₀ de matières inertes et dont il faut prendre une quantité importante si l'on veut déterminer une élévation observable de la température du calorimètre.

La forme ogivale adoptée se prête parfaitement à l'émaillage. Les forgerons, qui, depuis longtemps, ont fait leur apprentissage pour de semblables pièces, l'obtiennent d'ailleurs facilement au marteau-pilon.

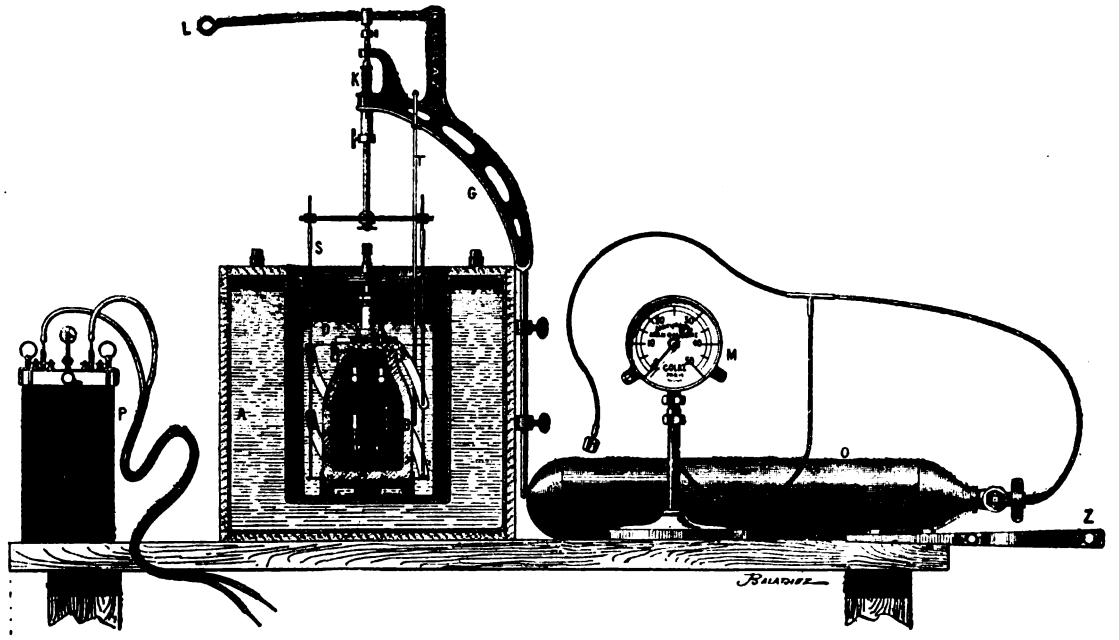
L'obus est nickelé extérieurement. Intérieurement, il est préservé par une couche d'émail contre l'action corrosive de l'acide azotique qui se forme toujours pendant la combustion. Cette couche d'émail, nécessaire à la conservation de l'appareil, remplace la chemise de plusieurs milliers de francs de platine qui garnit l'appareil du Collège de France.

L'obturation de l'obus se fait par un bouchon à vis, dit robinet pointeau (1), qui vient serrer une rondelle de plomb. Le bouchon porte un robinet à vis conique qui sert à l'introduction de l'oxygène ; il est traversé par une électrode bien isolée, prolongée, à l'intérieur, par une tige de platine E.

Une autre tige de platine également fixée au bouchon soutient la capsule plate C où l'on place le combustible à essayer.

On enflamme celui-ci en le mettant en contact avec une petite spirale en fil de fer F qu'un courant électrique brûle au moment voulu et qui joue ainsi le rôle d'amorce.

Le calorimètre, l'enveloppe calorimétrique et l'agitateur diffèrent par de nombreux détails qui en ont diminué le prix de revient, des pièces analogues de l'appareil en usage dans le laboratoire de M. Berthelot.



Légende : A Enveloppe isolatrice ; — B Obus en acier émaillé ; — C Capsule en platine ; — D Calorimètre ; — E Électrode ; — F Fil de fer servant d'amorce ; — G Support de l'agitateur ; — K Mécanisme de l'agitateur ; — L Levier de l'agitateur ; — M Manomètre ; — O Tube d'oxygène ; — P Générateur d'électricité ; — S Agitateur ; — T Thermomètre ; — Z Pièce servant d'étau.

Fig. 1. — Appareil calorimétrique de M. Pierre Mahler, pour la détermination du pouvoir calorifique des combustibles.

L'agitateur héliçoïdal de M. Berthelot est ici commandé par une combinaison cinématique très simple et très douce qui permet à l'opérateur d'imprimer, sans fatigue, au système un mouvement régulier.

Signalons encore les thermomètres qui indiquent les centièmes de degré, le générateur d'électricité (magnéto, ou pile au bichromate) de 12 volts et 2 ampères, et un compteur de minutes (montre ou sablier).

M. Mahler emprunte l'oxygène à un tube fourni par la Compagnie continentale d'oxygène. Comme la pression convenable pour la combustion de 1 gramme de houille est de 25 atmosphères au plus, et que le tube de modèle courant renferme 1 200 litres (120 atmosphères), on dispose donc d'une provision pour une centaine d'expériences (2).

(1) Dans les obus les plus récents, le robinet pointeau est en ferro-nickel, métal peu oxydable.

(2) Le remplissage du tube par la Compagnie continentale d'oxygène coûte environ 10 francs. Les frais d'une expérience calorimétrique sont donc relativement très faibles.

Détermination d'un pouvoir calorifique avec l'obus. — L'opération est des plus simples. Voici, du reste, comment il faut procéder pour déterminer le pouvoir calorifique d'un combustible solide ou liquide.

On pèse un gramme de la substance à essayer dans la capsule C, on ajuste le petit morceau de fil de fer F (n° 28 à n° 30), d'un poids connu, qui sert d'amorce. Après avoir introduit le tout dans l'obus, on serre fortement le bouchon de la chambre de combustion, que l'on saisit, à cet effet, entre les mâchoires d'un étau Z.

On met le robinet pointeau de l'obus en communication avec le tube d'oxygène O. Ouvrant ensuite le robinet de celui-ci avec précaution, on laisse entrer l'oxygène dans l'obus jusqu'à ce que le manomètre marque 25 atmosphères. Après avoir fermé le robinet du tube à oxygène, on ferme aussi très exactement le robinet pointeau et on détache le tube qui faisait communiquer l'obus avec le récipient d'oxygène.

Il est recommandé de ne pas peser la substance et en particulier le charbon en poudre trop fine, et aussi d'introduire lentement l'oxygène, de peur de soulever par le courant de gaz la matière qui se trouve dans la capsule.

L'obus ainsi préparé est placé dans le calorimètre D. On y dispose le thermomètre T et l'agitateur S, puis l'on y verse l'eau qui a été préalablement jaugée. On agite quelques instants le liquide pour que l'ensemble du système se mette à peu près en équilibre de température et on commence l'observation.

On note la température de minute en minute pendant cinq minutes environ, de façon à fixer la loi que suit le thermomètre avant l'inflammation. Puis on met le feu en approchant de l'obus les électrodes d'une pile ou d'une machine électrique : une électrode est appliquée sur une borne correspondant à la tige de platine E, et l'autre en un point quelconque du robinet. L'inflammation a lieu aussitôt.

On note la température une demi-minute après le commencement de la minute où a eu lieu la mise en feu, puis à la fin de la minute, et on continue les observations thermométriques de minute en minute jusqu'au point à la suite duquel le thermomètre commence à baisser régulièrement. C'est le maximum.

On continue l'observation encore pendant cinq minutes de façon à fixer la loi que suit le thermomètre après le maximum.

On a alors les éléments principaux du calcul, et en particulier de l'unique correction calorimétrique qu'il est convenable de faire dans les circonstances de l'opération. C'est la correction due à la perte de chaleur que le calorimètre a éprouvée pendant l'opération.

Cette correction s'effectue facilement d'après la règle suivante, vraie dans de très larges limites, même dans le cas où l'équivalent en eau du système ne serait que la moitié de celui de l'appareil de M. Mahler :

1° La loi de décroissance de température observée à la suite du maximum représente la perte de chaleur du calorimètre avant le maximum et pour une minute considérée, à la condition que la température moyenne de cette minute ne diffère pas de plus de 1 degré de la température du maximum ;

2° Si la température de la période considérée diffère de plus de 1 degré, mais de moins de 2 degrés, de celle du maximum, le chiffre qui représente la loi de décroissance au moment du maximum, diminué de 0,005, donne encore la correction cherchée.

Les deux remarques précédentes suffisent dans tous les cas. On conviendra d'ailleurs — et cela sans altérer la précision de l'opération, — que la loi de variation suivie pendant la première moitié de la minute où a eu lieu l'inflammation, est celle qui existait au moment du minimum.

Digitized by Google

Pendant toute la durée de l'observation, l'expérimentateur doit avoir soin de faire fonctionner régulièrement l'agitateur.

Lorsque l'observation est terminée, on ouvre d'abord le robinet pointeau, puis l'obus lui-même.

On lave l'intérieur de l'obus avec un peu d'eau, de façon à réunir le liquide acide formé pendant l'explosion (1). On dose l'acide azotique acidimétriquement, et l'on possède alors tous les éléments de calcul, puisque le pouvoir calorifique Q est en somme :

$$Q = \Delta(P + P') - (0{,}23\,p + 1{,}6\,p')$$

Δ étant la différence de température corrigée;
P le poids de l'eau du calorimètre;
P' l'équivalent en eau de l'obus et des accessoires;
p le poids de l'acide azotique (AzO^5,HO) constaté;
p' le poids de la petite spirale de fer;
0,23 la chaleur de formation de 1 gramme d'acide azotique dilué;
1,6 la chaleur de combustion de 1 gramme de fer.

S'il s'agit d'un essai de houille, en procédant ainsi on ne tient pas compte de la petite quantité d'acide sulfurique qui résulte de l'oxydation du soufre de l'échantillon et qui se trouve dosée comme acide azotique. L'erreur est en effet négligeable dans une expérience industrielle. Mais on remarquera que le soufre étant entièrement oxydé et transformé en acide sulfurique (2), l'obus donne un moyen de l'évaluer. Dans ce cas il vaut mieux, du reste, brûler 2 grammes sous 30 atmosphères, sans du reste faire les observations du thermomètre.

On procède de même pour un liquide que pour un solide. Toutefois, si le liquide émet des vapeurs sensibles, il est bon de peser la prise d'essai dans une ampoule mince à pointes effilées, par où passera l'amorce en fil de fer. A l'instant où l'on introduit l'ampoule dans l'obus, il faut avoir soin de briser ces pointes, pour permettre l'accès de l'oxygène jusqu'au contact du liquide.

M. P. Mahler a également déterminé la puissance calorifique de divers gaz. La manipulation est aisée : après avoir fait le vide dans l'obus exactement jaugé, on le remplit une première fois de gaz; on fait le vide une seconde fois, et on introduit définitivement le gaz sous la pression barométrique et à la température du laboratoire; on ajoute alors l'oxygène et on procède comme pour les solides et les liquides.

La détermination du pouvoir calorifique des gaz offre une difficulté particulière : il faut se garder de diluer le gaz dans une quantité telle d'oxygène que le mélange cesserait d'être combustible. Pour le gaz d'éclairage 5 atmosphères d'oxygène suffisent. Pour le gaz des gazogènes industriels on ne dépassera pas une demi-atmosphère.

Détermination de l'équivalent en eau du système. — Pour déterminer le terme de correction représentant l'équivalent P' exact en eau du système, le plus simple est de faire la double expérience suivante :

On brûle dans l'obus un poids connu, 1 gramme par exemple, d'un produit de composition bien fixe, de la naphtaline par exemple, et avec 2 300 grammes d'eau dans le calorimètre.

On brûle ensuite environ 0gr,800 de naphtaline, par exemple, avec seulement 2 100 grammes d'eau dans le calorimètre.

On a alors deux équations entre lesquelles on élimine la chaleur de combustion de la naphtaline, et l'on en déduit la valeur de l'équivalent en eau.

Il faut avoir soin de ne peser la naphtaline qu'après l'avoir légèrement fondue. Cette substance est si légère que si on ne l'agglomérait pas ainsi, l'oxygène, en entrant dans l'obus, pourrait en éparpiller quelques milligrammes qui ne seraient pas brûlés.

Exemple. — Voici un exemple de détermination de pouvoir calorifique avec l'obus de M. Mahler.

Le combustible essayé est un échantillon d'*huile de colza*. Son analyse élémentaire a donné :

Carbone	77,182
Hydrogène	11,711
Oxygène et azote	11,107
	100,000

Le poids essayé est 1 gramme.

Le calorimètre contient 2 200 grammes d'eau.

L'équivalent en eau de l'obus et des accessoires est 481 grammes (3).

L'appareil étant préparé comme il a été dit ci-dessus, on attend quelques instants pour établir l'équilibre de température dans la masse, puis on met en marche le compteur de minutes et on note les températures comme ci-dessous :

Période préliminaire.

0 minute	10°,23
1 —	10°,23
2 —	10°,24
3 —	10°,24
4 —	10°,25
5 —	10°,25

$$\Delta_o = \frac{10°,25 - 10°,23}{5} = 0{,}004.$$

On met alors le feu en approchant les électrodes.

Période de combustion.

5 minutes 1/2	10°,80
6 minutes	12°,90
7 —	13°,79
8 —	13°,84 *(maximum)*

Période postérieure.

9 minutes	13°,82
10 —	13°,81
11 —	13°,80
12 —	13°,79
13 —	13°,78

$$\Delta_r = \frac{13°,84 - 13°,78}{5} = 0{,}012.$$

On arrête ici les observations thermométriques.

La variation de la température a été :

$$13°,84 - 10°,25 = 3°,59.$$

Voyons maintenant les corrections dont il faut tenir compte :

Le système a perdu, pendant les minutes (7, 8) (6, 7), une quantité de chaleur équivalant à :

$$\frac{13°,84 - 13°,78}{5} \times 2 = 0{,}012\ (1) \times 2 = 0{,}024.$$

Pendant la demi-minute (5 1/2, 6), il a perdu une quantité de chaleur représentée par :

$$(0{,}12 - 0{,}005)\,\frac{1}{2} = 0{,}0035,$$

et pendant la moitié de minute (5, 5 1/2), il gagnait :

$$\frac{10°,25 - 10°,23}{5} \times \frac{1}{2} = 0{,}004\ (2) \times \frac{1}{2} = 0{,}0020.$$

Par suite, la perte relative à la minute (5, 6) est :

$$0{,}0035 - 0{,}002 = 0{,}0015.$$

En somme, le système a perdu, pendant la durée de l'expérience, une quantité de chaleur correspondant à :

$$0{,}024 + 0{,}0015 = 0{,}0255,$$

quantité qu'il faut ajouter aux 3°,59 déjà trouvés.

La variation de température corrigée est donc 3°,615 en négligeant les dix millièmes.

La quantité de chaleur observée est par suite :

$$(2.200 + 481) \times 3{,}615 = 9^{cal},691815.$$

Prenons : $9^{cal},6918.$

Pour avoir le résultat cherché, nous retrancherons de ce chiffre :

1° La chaleur de formation de 0gr,13 d'acide azotique (Az O5, HO) dosé volumétriquement, soit . . . . . $0{,}13 \times 0{,}23 = 0^{cal},0299$

2° La chaleur de combustion de 0gr025 de fil de fer, soit . . . . . $0{,}025 \times 1{,}6 = 0^{cal},0400$

Soit à retrancher. . . . . $0^{cal},0699$

Le résultat final est donc :

$$9^{cal},6918 - 0^{cal},0699 = 9^{cal},6219,$$

ou, pour un kilogramme d'huile, $9\,621^{cal},9$.

Résultats d'expériences. — L'appareil présenté par M. Mahler à la Société d'Encouragement, dans sa séance du 27 novembre dernier, et par M. Berthelot à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 30 novembre, a déjà servi à effectuer plus de 300 combustions. Sa précision ne laisse rien à désirer.

Ainsi, M. Mahler a trouvé, avec son obus, pour la chaleur de combustion de la naphtaline :

1er essai	9.680 calories.
2e —	9.690 —
3e —	9.694 —

Or M. Berthelot admet 9 692 calories, chiffre qui ne diffère pas de ceux ci-dessus.

Dans les deux tableaux ci-après, l'auteur a réuni un certain nombre de résultats d'expériences, effectuées avec son appareil dans les laboratoires de l'Ecole des Mines, pour déterminer les puissances calorifiques de divers combustibles.

Le premier de ces tableaux donne la composition et la puissance calorifique de sept échantillons de houilles, et d'une série de combustibles liquides, remise par MM. Deutsch. Nous signalerons en particulier les chiffres relatifs aux produits de la distillation du pétrole d'Amérique dans l'usine de MM. Deutsch, à Pantin. Ce tableau permet de comparer pour chaque combustible essayé son pouvoir calorifique observé directement avec celui qu'il aurait en faisant abstraction des cendres et de l'eau.

(1) La proportion d'acide entraîné par l'oxygène s'écoulant par le robinet pointeau est absolument négligeable.

(2) On peut tenir compte de la chaleur dégagée par la formation de l'acide sulfurique dilué SO^3, HO, c'est-à-dire $0^{cal},73$ par gramme de SO^3, HO.

(3) L'équivalent en eau 481 grammes adopté par M. Malher a été déterminé par une méthode spéciale donnant directement la chaleur spécifique du système.

(1) Loi de refroidissement après le maximum.

(2) Loi de variation de température au moment du minimum.

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Composition et puissance calorifique de divers combustibles.*

Désignation des combustibles.	Analyse élémentaire.						Matières volatiles, abstraction faite de l'eau.	Analyse élémentaire abstraction faite des cendres et de l'eau.				Pouvoir calorifique.	
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Eau hygroscopique.	Cendres.		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et soufre.	Azote.	Observé directement.	Abstraction faite des cendres et de l'eau.
												calories.	calories.
Houille flambante du puits Sainte-Marie (Blanzy)	79,378	4.067	8,725	1,13	3,90	1,90	30,40	84,265	5,273	9,262	1,20	7.863,8	8.350,1
Houille à gaz de Commentry	80,182	5,245	7.193	0,93	3,00	3,40	37,40	85.664	5,604	7,682	1,05	7.870,4	8.408,5
Houille à gaz de Lens	83,727	5,216	6,007	1,00	1,05	3,00	29,55	87,261	5,436	6,263	1,04	8.395	8.744,7
Houille grasse du Treuil (Saint-Etienne)	84,546	4,772	4,502	0,84	1,25	4,00	19,75	89,234	5,026	4,856	0,887	8.391,7	8.856,7
Houille demi-grasse du puits Saint-Marc (Anzin)	88,473	4,139	3,158	1,18	1,35	1,70	13,65	91,256	4,269	3,255	1,22	8.392,5	8.656,5
Houille anthraciteuse de Kébao (Tonkin)	85.746	2,733	2,671	0,60	2,80	5,45	4,56	93.456	3,065	2,825	0,65	7.828,1	8.532
Anthracite de Pensylvanie	86,456	1,905	1,449	0,75	4,45	5,90	2,75	95,373	2,201	1,596	0,83	7.484,4	8.256,4
Coke de pétrole d'Amérique	97,855	0,439	1,196	0,26	»	0,20	»	98,054	0,490	1,198	0,261	8.057,2	8.073,3
Huile lourde de pétrole d'Amérique	86,894	13 107	»		»	»	»	86,894	13,107	»	»	10.912,7	10.912,7
Pétrole raffiné d'Amérique	85,491	14,216	0,293		?	»	»	?	?	?	?	11.045,7	»
Essence de pétrole d'Amérique	80,583	15,101	4,316		?	»	»	?	?	?	?	11.086	?
Pétrole brut d'Amérique	83.012	13,889	3,099		?	»	»	?	?	?	?	11.094,1	?
Huile lourde de Bakou (Russie)	86.700	12,944	»		»	0,35	»	87,905	12,989	»	»	10.804,6	10.842,6
Pétrole de Novorossisk (Caucase)	84,906	11,636	9,458		?	»	»	»	?	?	?	10.328	?

Dans une note présentée par M. Haton de la Goupillière à la séance de l'Académie des Sciences du 14 décembre dernier, M. P. Mahler signale plus particulièrement, parmi les résultats de ses travaux, ceux relatifs au bilan calorifique de la distillation en grand d'une houille.

Les divers produits de la distillation de la houille de Commentry, pratiquée du 1er au 3 octobre 1891 par les soins de la Compagnie Parisienne du Gaz à la Villette, ont été recueillis et pesés. L'auteur les a analysés et les a essayés calorimétriquement. Le tableau suivant coordonne les résultats de ses expériences :

TABLEAU II. — *Bilan de la distillation de la houille de Commentry.*

Désignation des Combustibles	Analyse élémentaire						Pouvoir calorifique observé	Quantités en poids retrouvées à la distillation sur 100 kilogr. de houille	Chaleur dégagée par les produits de la distillation
	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Cendres	Eau			
							calories	kilogr.	calories
Houille de Commentry	75,182	5,176	8,202	0,94	7,05	3,45	7.423,2	100	742.326,0
Coke de la houille	85,773	0,414	2,043	0,62	10,27	0,88 (1)	7.019,4	65,66	460.892,8
Goudron du barillet	90,186	4,848	4,966		»	»	8.887,0	3,59	31.904,3
Goudron du collecteur	89,910	4,945	5,145		»	»	8.942,8	0,87	7.780,2
Goudron du réfrigérant	87,222	5,499	6,279		»	»	8.831,0	1,16	10.243,9
Goudron du condensateur	85,183	5,599	9,218		»	»	8.538,4	1,89	16.137,6
Gaz de la houille	55,086	21,460	23,454		»	»	11.111,0	17,09	189.887,0
Eaux ammoniacales	»	»	»	14gr,7 par litre.		»	»	9,36	»
TOTAUX	»	»	»	»	»	»	»	99,62	716.846,8 (2)
Calories perdues	»	»	»	»	»	»	»	»	25.479,2
Coke employé à la distillation	»	»	»	»	»	»	7.019,4	21,09	148.053,2

Distillation en grand à l'usine expérimentale de la Villette les 1er, 2 et 3 octobre 1891.

(1) Le coke a repris une certaine quantité d'eau au laboratoire, mais les pouvoirs calorifiques ont été observés sur du coke sec, tel qu'il sort des cornues.
(2) Chaleur disponible après la distillation.

Ce deuxième tableau montre, en somme, que sur cent calories introduites dans la cornue, sous la forme de houille, il a été retrouvé 96,50 calories utilisables, distillation faite.

Il en résulte qu'une certaine quantité de chaleur a été perdue pendant la distillation, mais que les résultats de l'opération industrielle sont, en réalité, satisfaisants, au point de vue calorimétrique.

L'auteur n'a pas tenu compte d'une petite quantité de graphite de cornue ou d'une faible proportion de goudrons adhérant aux parois des appareils de condensation, et difficiles à peser. Leur introduction dans le bilan n'aurait pas modifié ses conclusions.

Les faits qui viennent d'être signalés, jusqu'à présent assez obscurs, ressortent du tableau ci-dessus avec netteté et avec la précison remarquable que permet d'obtenir l'obus calorimétrique.

M. Mahler a également dressé le tableau du pouvoir calorifique à volume constant, à 0° et sous 760 millimètres de mercure, de quelques gaz résultant de la distillation industrielle de la houille :

	Pouvoir calorifique du mètre cube	Densité	Pouvoir calorifique du kilogramme
	Calories		Calories
Gaz d'émission de l'usine de la Villette (31 octobre 1891)	5.601,9	0,4033	10.744
Gaz de houille de Commentry (3 octobre 1891)	5.804	0,404	11.111
Gaz de Cannel Coa Niddrie (30 octobre 1991	6.365,5	0,6367	7.735

Il a brûlé ces gaz dans son obus émaillé, dont le volume est assez considérable (654 centimètres cubes), et avec cinq atmosphères d'oxygène. Les différences de température constatées sur le thermomètre, au centième de degré, 1°30, 1°31, 1°477, etc., montrent qu'il a pu opérer, sans difficulté, avec précision.

Nous avons dit plus haut que l'obus peut aussi servir à la détermination du pouvoir calorifique du gaz des gazogènes industriels, et que dans ce cas on ne doit pas dépasser une demi-atmosphère d'oxygène. Comme exemple de cette importante application de l'appareil calorimétrique, nous allons indiquer les résultats d'expériences faites sur les gaz des fours d'une verrerie.

La composition en volume de ces gaz était :

Formène	2
Hydrogène	12
Oxyde de carbone	21
Acide carbonique	5
Azote	60
TOTAL	100

D'où l'on peut déduire un certain pouvoir calorifique.

D'autre part, l'obus a fourni comme puissance calorifique du mètre cube, à 0° et sous une pression de 760 millimètres, 1 112 calories.

Or, il faut trois fois moins de temps pour la détermination directe et exacte au moyen de l'appareil calorimétrique, que pour la détermination indirecte au moyen d'une analyse volumétrique, faite par des procédés qui sont rarement à l'abri de la critique.

En résumé, l'obus calorimétrique de M. P. Mahler nous paraît appelé à rendre de très grands services dans l'industrie, partout où l'on a intérêt à connaître le pouvoir calorifique des combustibles. Il est simple et pratique, et donne néanmoins des résultats d'une grande précision. Avec un peu d'habitude, il ne faut pas trois quarts d'heure en moyenne pour faire une expérience complète et déterminer exactement la capacité calorifique d'un échantillon. En

Digitized by Google

outre, son prix est relativement peu élevé (1), surtout si on le compare à celui de l'appareil calorimétrique du Collège de France, et le prix de chaque expérience en moyenne ne dépasse guère dix centimes. Son auteur n'a rien voulu faire breveter; il n'a pas même déposé le modèle qui est dès aujourd'hui dans le domaine public.

Ainsi que nous avons déjà eu occasion de le dire, c'est sous les auspices de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et au cours de recherches pratiquées à l'École des Mines, que M. P. Mahler a combiné son utile appareil. Nous sommes heureux, en terminant, de pouvoir féliciter la Société d'Encouragement de l'initiative qu'elle a prise, pendant la présidence de M. Haton de la Goupillière, en provoquant ces études scientifiques dont les industriels apprécient de plus en plus l'importance.

Ch. TALANSIER.

LES MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE

par M. Gustave RICHARD (2).

Les moteurs à gaz jouent un rôle très important dans la période industrielle actuelle : bien que relativement tout récents, puisque le principe de leur fonctionnement est récent lui-même, ils sont entrés en ligne d'une façon remarquable avec les machines à vapeur, malgré le perfectionnement de ces dernières, et cela souvent avec avantage.

Leur étude complète n'avait pas été faite; on la trouve éparse dans les journaux techniques, dans un certain nombre de bons ouvrages et surtout dans la série des brevets qui ont été pris à ce sujet. M. G. Richard vient de combler cette lacune avec une rare compétence; il a établi un document certain et complet, dans toute la réalité du terme, et c'est à ce titre que nous présentons son ouvrage à nos lecteurs.

Deux mots d'historique tout d'abord.

Les moteurs à gaz n'étaient pas représentés à l'Exposition de 1855 malgré les recherches antérieures de Lebon Wright Barnett et Rech et Degrand sur la production de la force motrice par le mélange de l'air avec le gaz d'éclairage ou d'autres gaz inflammables.

C'est à l'Exposition universelle de 1867 que fonctionnèrent les premiers types industriels de ce genre dus à Lenoir, Hugon, Langen et Otto.

A l'Exposition de 1878, les moteurs à gaz étaient peu nombreux encore et surtout de création trop récente pour avoir fait leurs preuves ; mais ils se distinguaient déjà par leur originalité : c'étaient ceux de Bisshop, de Gilles, de Brayton, de Simon, de Ravel, d'Otto, de Lenoir et d'Hugon. Leur ensemble ne dépassait guère 20 chevaux de puissance.

A l'Exposition de 1889, qui a certainement inspiré la belle étude de M. G. Richard, l'évolution est complète. C'est à peine si les moteurs à gaz de 40, 50 et 100 chevaux qui y figuraient ont inspiré quelque étonnement; alors, qu'en 1878, la force moyenne des moteurs à gaz vendus atteignait à peine 1 cheval, elle dépasse maintenant 6 chevaux, grâce à l'abaissement du prix du gaz qui se généralise et à l'emploi de plus en plus fréquent des gaz pauvres dont on tire un utile parti. Les moteurs à gaz ont été sur bien des points le trait d'union entre l'éclairage au gaz et l'éclairage électrique.

Déjà en 1889 ils avaient fait leurs preuves aux stations électriques de Reims, Toulon, Toulouse, Montpellier et Bordeaux, où des groupes de moteurs Otto de 100 et 200 chevaux, divisés en unités de 50 à 60 chevaux, produisent la puissance nécessaire.

Des essais suivis ont été effectués à l'Exposition de 1889. MM. Wehrlin et Rolland, dans une savante conférence faite à ce sujet, aux anciens élèves de l'Ecole Centrale, ont rappelé que ce genre de force motrice est en usage courant dans un très grand nombre d'usines en France et à l'étranger. On peut citer entre autres : les ateliers de construction de MM. Crosley frères, à Manchester, qui emploient plus de 300 chevaux, la filature de Serpuchow, la minoterie militaire de Warshow, les tréfileries de Kowno, les ateliers de la Société des peintures sous-marines, à Marseille, etc.

Sans vouloir prétendre que le moteur à gaz doive détrôner la machine à vapeur, on peut dire, toutefois, sans témérité, qu'un avenir incontestable lui est réservé dans les usages industriels. Son rendement thermique le met au premier rang, bien que son cycle soit encore imparfaitement réalisé; ses conditions d'installation sont toutes spéciales et, dans certains cas, essentiellement favorables. C'est un outil nouveau et d'une élasticité éprouvée, dont l'Ingénieur sait se servir dans une limite, dès maintenant, bien définie, et qui s'étend sur un grand nombre d'applications pratiques.

On comprendra que ce vaste sujet ait tenté M. G. Richard, et qu'il ait conçu le projet d'en classifier la matière, de la fixer au travers du dédale des inventions, de permettre enfin d'en suivre désormais les progrès en s'appuyant sur une base scientifique parfaitement fixe. Nous allons examiner sommairement comment il a rempli ce programme.

L'ouvrage de M. G. Richard doit être considéré, disons-le tout d'abord, comme le complément de l'excellent traité des moteurs à gaz, publié par le même auteur en 1884. Il a été composé d'après le même plan général, mais en y abordant pour la première fois trois questions nouvelles : l'histoire des moteurs à gaz à compression, l'étude des moteurs à gaz pauvres, et celle des machines à pétrole.

L'histoire des moteurs à gaz à compression, par laquelle commence l'auteur, comprend, outre la description et la discussion des machines et des brevets connus de Lebon, de Wright, d'Otto et de Beau-de-Rochas, un exposé complet des travaux si remarquables de sir William Siemens. Cet illustre savant breveta et fit construire, de 1860 à 1881, toute une série de moteurs à gaz et à pétrole avec régénérateurs, gazogènes automatiques, allumages par tubes, etc., extrêmement remarquables, et dans lesquels on retrouve le germe et parfois la réalisation même de la plupart des idées caractéristiques des nouveaux moteurs de grande force.

Le second chapitre de l'ouvrage intitulé *Généralités* traite des principales particularités thermiques des moteurs à gaz : la compression, la combustion des mélanges gazeux explosifs, l'influence des parois.

Le paragraphe consacré à l'étude de la combustion des mélanges gazeux comprend une analyse détaillée des travaux de MM. Mallard et Le Chatellier. La question si importante de l'influence des parois est discutée à la lumière des expériences parfois contradictoires de MM. Clerk, Lewicki, Brooks et Stewart, Slaby et Witz, qui renferment une foule de données précieuses publiées en France pour la première fois.

Après un court chapitre consacré aux nouveaux moteurs sans compression, l'auteur passe à la monographie des moteurs à compression qu'il divise en deux grandes classes suivant que la combustion s'y opère sous pression ou sous volume constant.

Les moteurs de la première classe, plus encombrants et plus coûteux, ne se sont guère répandus, bien qu'ils présentent l'avantage d'une allure plus douce, qui les fera peut être préférer un jour pour les moteurs de très grandes forces.

Quant aux moteurs à combustion sous volume constant, ils se divisent eux-mêmes en deux genres, suivant que la compression s'y opère à l'intérieur même du cylindre moteur ou à l'extérieur, par des organes appropriés. Les moteurs à compression intérieure, du genre Otto, sont de beaucoup les plus répandus ; l'auteur en décrit une dizaine des nouveaux types, parmi lesquels nous citerons ceux d'Otto, de Kœrting et de White et Middliton. Parmi les moteurs à compression extérieure, nous signalerons tout particulièrement les nouveaux types de Clerk, d'Atkinson, d'Ellery Hall et de Pinkney.

Tous ces moteurs fonctionnent d'après le cycle *à quatre temps*. C'est par la description des moteurs à cycles particuliers, tels que ceux de Rollason et de Griffin, que l'auteur termine la partie de l'ouvrage consacrée à la monographie des moteurs à gaz. La plupart de ces monographies sont accompagnées de comptes rendus d'essais parfois très importants, tels que ceux de la Société des Arts de Londres, du Dr Slaby, de M. Clerk et de M. Kennedy.

Après la monographie des moteurs, vient la description de leurs principaux mécanismes, à laquelle l'auteur consacre quatre chapitres intitulés : la *distribution*, l'*allumage*, la *régularisation* et *détails de construction* proprement dits. Il est matériellement impossible d'analyser cette partie de l'ouvrage de M. G. Richard, qui renferme, illustrée par un véritable luxe de figures, la description d'une foule de détails dont la connaissance rendra, nous le croyons, grand service aux constructeurs et aux inventeurs de moteurs à gaz. Nous nous bornerons à attirer, comme le fait l'auteur, l'attention de nos lecteurs sur l'emploi des régénérateurs, susceptibles d'augmenter considérablement le rendement des moteurs à gaz, pourvu que l'on fasse, bien entendu, subir au régime des moteurs les modifications indispensables pour pouvoir les utiliser rationnellement, et pourvu surtout que ces appareils puissent durer et conserver longtemps leur activité. C'est dans la difficulté, encore non surmontée, d'assurer aux régénérateurs une durée suffisante, qu'il faut chercher la principale raison de l'insuccès pratique des régénérateurs, dont l'utilité paraît théoriquement incontestable.

L'utilisation des gaz pauvres, plus ou moins dérivés du gaz à l'eau, comme force motrice, au moyen de moteurs à gaz, fait chaque jour de nouveaux progrès. On arrive à faire marcher ainsi couramment des moteurs de toutes forces, jusqu'à 60 chevaux et au delà, avec plus d'économie de combustible que les meilleures machines à vapeur. M. G. Richard en donne, dans le chapitre consacré aux gaz pauvres, de nombreux exemples, ainsi que la description des principaux gazogènes utilisés ou utilisables pour ces applications, tels que ceux de Dowson, Schiller, Lencauchez, Strong, Wittenstrom, Solvay, etc.

La troisième partie de l'ouvrage débute par l'examen d'une question encore inédite en France : l'étude des moteurs à pétrole. Il s'agit ici, non pas des moteurs à gazoline, mais des véritables moteurs à pétroles bruts non rectifiés. C'est une question tout à fait à l'ordre du jour, qui n'est pas encore entièrement résolue, mais qui a fait, dans ces derniers temps, de grands progrès, principalement en Angleterre et aux Etats-Unis. La grande difficulté tient à la nature variable des huiles brutes, de volatilités variables non seulement d'un échantillon à l'autre, mais d'un moment à l'autre de la distillation ou de la vaporisation d'un même échantillon. La carburation, relativement si simple avec les gazolines d'une composition homogène et d'une volatilité à peu près constante, devient alors très difficile, capricieuse, incomplète, donne lieu à des combustions imparfaites et à des encrassements inadmissibles. Il a donc fallu créer tout d'abord de nouvelles méthodes de carburation basées, pour la plupart, sur la pulvérisation du pétrole goutte par goutte, à mesure de la dépense du moteur, par l'air même de la charge motrice, pulvérisation suivie d'une volatilisation effectuée par une source de chaleur artificielle ou dérivée soit de l'échappement du moteur, soit des explosions mêmes de la charge motrice. L'auteur décrit et discute un grand nombre de ces carburateurs, dont quelques-uns sont très remarquables, comme ceux de Humes, Priestmann et Butler. Parmi les nombreux moteurs à pétrole décrits dans ce chapitre, nous avons tout particulièrement remarqué ceux de Hargreaves, Butler, Priestman et Akroyd, déjà très répandus pour les applications les plus diverses. On a aussi employé avec un certain succès le pétrole à l'actionnement de moteurs

(1) M. Golaz, constructeur à Paris, se charge, croyons-nous, d'établir l'appareil calorimétrique complet au prix d'environ 500 francs.

(2) *Les nouveaux moteurs à gaz et à pétrole*, par M. Gustave RICHARD, Ingénieur civil des Mines, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. 1 vol. in-8°, 1 000 p., 800 fig. et un atlas de 30 planches. Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1892.

Digitized by Google

à combustion sous pression constante. Il suffit de rappeler les moteurs de Brayton, dont l'auteur décrit les derniers types, et ceux de Richards, employés assez couramment aux Etats-Unis, et dont nous trouvons ici, pour la première fois, une description détaillée. Nous attirons tout particulièrement l'attention sur cette question des moteurs à pétroles bruts, fort importante en raison du bon marché des huiles non rectifiées.

L'ouvrage se termine par un chapitre consacré aux principales applications des moteurs à gaz : éclairage électrique, service des phares, alimentations d'eau, treuils, monte-charges, tramways, voitures, vélocipèdes même et bateaux, et par une annexe qui met l'ouvrage au courant des dernières nouveautés survenues pendant son impression.

Ajoutons, en terminant, que la lecture et la consultation de l'ouvrage sont facilitées par une table analytique détaillée, suivie d'index alphabétiques des noms et des auteurs, ainsi que par les légendes explicatives qui accompagnent presque toutes les figures du texte. Cet ouvrage de fond sera consulté avec autant de facilité que d'utilité.

MAX DE NANSOUTY.

MÉTALLURGIE

PROGRÈS DANS LA FABRICATION DE L'ACIER

en Autriche-Hongrie.

Les établissements métallurgiques de l'Autriche-Hongrie ont toujours attiré d'une manière spéciale l'attention des Ingénieurs français. Les capitaux de notre pays se sont portés à divers moments vers ces entreprises, sans y trouver toujours, il faut bien le dire, les avantages qu'on leur avait fait espérer. Les renseignements puisés à des sources autorisées sur les progrès de la métallurgie austro-hongroise pourront donc présenter quelque intérêt.

Peu de pays sont aussi richement doués que l'Autriche-Hongrie sous le rapport des minerais de fer. Quantité et qualité se trouvent ici réunies. Le gisement le plus anciennement exploité et aussi le plus célèbre est l'*Erzberg de Styrie*, non loin de la petite ville de *Leoben*, dont le nom a été plus d'une fois cité dans ces chroniques. C'est l'Erzberg qui alimente principalement les usines de la Société minière et métallurgique des Alpes autrichiennes (Alpine), société qui intéresse précisément un certain nombre de nos compatriotes pour les raisons financières que nous venons d'indiquer.

Comme les Alpes, les Karpathes renferment de nombreux minerais de fer aussi remarquables par leur haute teneur en fer et souvent en manganèse, que par leur pureté. Dans la partie nord de cette chaîne, ces minerais alimentent les hauts fourneaux au bois de la Haute-Hongrie, et aussi les hauts fourneaux au coke de la Moravie et de la Silésie autrichienne. Vers le sud-ouest, sur les confins de la Roumanie et de la Serbie, les gisements de fer de Morawitz et de Sognaska fournissent la matière première aux usines de Reschitza et d'Anine, appartenant à la Société Autrichienne-Hongroise des Chemins de fer de l'Etat. Plus à l'est encore, on trouve, à travers les immenses forêts de la Transylvanie, à Gyalar, près de la vieille cité historique de Vayda-Huniad, des dépôts d'hématites rouges qui pourraient alimenter pendant des centaines d'années de grandes usines à fer. Ces gisements sont à peine attaqués aujourd'hui.

Tous les minerais dont nous venons de parler ne contiennent que des quantités insignifiantes de phosphore et sont transformés en acier par le procédé Bessemer acide. Leur exploitation pourrait être beaucoup plus active, si le combustible minéral, et surtout le combustible minéral susceptible de donner un bon coke métallurgique, se trouvait à leur portée.

Les minerais phosphoreux de la Bohême (gisement de Wucie, près de Kladno), jouissent, au contraire, de cet avantage. Aussi, bien que ces minerais soient, en eux-mêmes, d'un traitement moins avantageux que ceux de Styrie et de Hongrie, leur emploi prend chaque jour une importance de plus en plus grande. C'est là, soit dit en passant, une des causes d'insuccès de l'Alpine. Lorsque les actions de cette Société, formée vers 1880 par la fusion de toutes les petites usines styriennes, ont été offertes au public français, on n'avait pas prévu que les minerais de Bohême, réduits jusqu'alors à la fabrication du fer le plus ordinaire, viendraient disputer aux minerais spathiques de Styrie la fabrication de tous les produits en acier, dans des conditions de prix de revient plus avantageuses. C'est ainsi que nos prévisions, toujours trop courtes quoi qu'on fasse, sont souvent bouleversées par une découverte inattendue.

Une autre cause est venue réduire encore l'emploi des minerais purs en Autriche. Là, comme ailleurs, on a reconnu que l'acier obtenu sur la sole d'un four à réverbère (procédé Siemens ou Martin) possédait, à composition chimique identique, une supériorité réelle sur le métal de la cornue. Cette supériorité tient à ce que, dans le four Martin, le bain d'acier se forme sans insufflation d'air, et d'ailleurs la possibilité d'utiliser ainsi tous les débris de schiste de fabrication suffirait à elle seule pour assurer à cet appareil sa place dans toutes les aciéries. La fabrication de l'acier sur sole s'est donc rapidement développée en Autriche-Hongrie, sur sole acide d'abord, puis sur sole basique, cette dernière prenant de plus en plus le pas sur la première comme les chiffres qui suivent vont le montrer (1).

Ce sont ces diverses circonstances que M. Kupelwieser, professeur de métallurgie à l'Ecole des Mines de Leoben, a cherché à mettre en lumière dans une série de tableaux résumant année par année la production de chaque espèce d'acier depuis le moment où on a commencé à le fabriquer (2). Nous trouvons d'abord comme point de départ :

	Années
Mise en marche de la 1re cornue Bessemer acide.	1863
— du 1er four Martin acide.	1869
— de la 1re cornue Bessemer basique . . .	1879
— du 1er four Martin basique.	1886

La comparaison de ces chiffres avec ceux qu'on trouverait pour la France, l'Allemagne, l'Angleterre, etc., ne serait pas sans intérêt. Bornons-nous à remarquer que pour l'emploi de la cornue, les Austro-Hongrois ont été des premiers en ligne; ils se sont, au contraire, laissé quelque peu devancer pour l'emploi du four aussi bien acide que basique.

Sans remonter trop loin dans le passé, le tableau ci-dessous donne la décomposition et le total de la production pour les cinq dernières années.

	Cornue			Four Martin			Total général
Années	Acide	Basique	Total	Acide	Basique	Total	
1886 . .	111,122	105,830	216,961	29,062	13,944	43,006	259,967
1887 . .	114,783	118,379	233,162	22,508	43,522	66,030	299,192
1888 . .	149,220	139,127	288,347	28,672	75,794	104,466	392,813
1889 . .	133,001	141,416	274,417	35,921	106,174	142,095	416,512
1890 . .	149,660	138,021	288,681	33,904	178,015	211,919	499,600

En examinant ce tableau, on est frappé d'un premier fait, c'est que le procédé acide dans la cornue comme dans le four reste à peu près stationnaire depuis cinq ans. Le progrès de la cornue basique est sensible, mais pour le four ce progrès est absolument remarquable; 178 000 tonnes contre 53 000, et cela dans un pays qui occupe en Europe le premier rang pour l'abondance des minerais riches et purs à la fois ! C'est que le four basique, utilisé d'abord pour arriver à de *bons produits* avec des matières *phosphoreuses*, est employé maintenant pour obtenir *d'excellents produits* avec des *matières déjà bonnes*. Il a fait faire, en quelque sorte, une marche en avant à toute la série des produits métallurgiques. Il en est de même en France, et peut être même est-ce notre pays qui, dans ses usines du Centre et de la Loire, a tracé la voie à suivre; mais nous n'avons pas en France une statistique permettant de préciser les faits aussi clairement que la statistique autrichienne que nous venons d'invoquer.

Pendant que nous sommes sur ce chapitre, qu'il nous soit permis de dire aussi quelques mots de la production comparée de nos fours français et des fours austro-hongrois et allemands. Nous avons eu souvent l'occasion de constater et d'entendre dire que ces fours avaient une allure beaucoup plus rapide que les nôtres. Il peut se faire que des progrès aient été réalisés dans ces pays relativement aux dimensions et à la disposition des chambres de régénération ainsi que des diverses parties de la construction. Mais pour expliquer ces différences de rendement, il faut remonter plus avant et voir quelles sont les vieilles matières qui reviennent à l'aciérie pour se faire transformer en lingots. En Autriche, les rails en fer qu'on refond aujourd'hui ont précisément été obtenus autrefois avec les excellents fers spathiques ou magnétiques de Styrie, de Carinthie, ou des Karpathes, traités le plus souvent au charbon de bois. Ils ne contiennent donc que des quantités insignifiantes de phosphore, de soufre et autres impuretés. Alors même qu'on employait dans ces pays les anciens procédés de fabrication (puddlage et mise en paquet) on arrivait presque forcément à un fer à grain fin (Feinkorneisen) très voisin de l'acier. Il suffit de refondre ces vieilles matières, mais on n'a que bien peu à les déphosphorer et l'opération peut être vraiment rapide.

En France, au contraire, on cherchait dans nos anciens rails en fer à obtenir la résistance à l'usure non par l'élimination des matières étrangères, mais en employant les fers les plus phosphoreux pour en former la tête du rail. Les Ingénieurs qui ont vu laminer des rails en fer dans le Nord et dans l'Est de 1870 à 1880, se souviendront de cette fabrication de fer à gros grain, fort heureusement imaginée pour tourner la difficulté résultant de la nature même des minerais. Ce que nous disons ici des rails en fer qui commencent en France à devenir rares, s'applique tout aussi bien à la ferraille, et à toutes ces marnutailles qui reviennent aujourd'hui se faire traiter dans les aciéries.

L'Autriche-Hongrie possède donc certainement aujourd'hui un stock de vieilles matières bien moins phosphoreux que le nôtre, et l'Allemagne serait en quelque sorte intermédiaire entre ces deux pays. Or le phosphore dans le four, c'est du temps perdu. Ce sont là des considérations dont il est bon de tenir compte dans les comparaisons entre pays, qu'on tend avec raison à multiplier aujourd'hui.

G. BRESSON.

---

(1) Il doit être entendu ici que les indications concernant la sole basique s'appliquent *a fortiori* à la sole neutre en fer chromé, dont les avantages au point de vue des réactions chimiques à produire dans le four sont égaux sinon supérieurs à ceux des soles calcaires et magnésiennes, et qui possède en même temps une résistance à l'usure supérieure à ces dernières.

(2) *Journal autrichien des Mines et des Usines (Œsterreische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, 1891, page 495).

Digitized by Google

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques.

Parmi les nominations dans l'ordre de la Légion d'honneur que vient de publier le *Journal officiel* du 16 janvier 1892, nous relevons les suivantes :

Au grade de chevalier :

MM.

Cornuault (Emile), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Compagnie du gaz de Marseille, Hauts-Fourneaux de Saint-Louis-Marseille et mines de Portes, ancien président de la Société technique de l'Industrie du gaz en France.

Deschiens (Victor-Auguste), Ingénieur des Arts et Manufactures, attaché au Laboratoire de thérapeutique et d'hygiène de l'hôpital Cochin, à Paris.

NÉCROLOGIE

M. de Quatrefages.

La Science française vient de faire une perte très sensible en la personne de M. de Quatrefages, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, professeur au Muséum d'histoire naturelle, président de la Société de Géographie, membre de la Société royale de Londres, commandeur de la Légion d'honneur, qui s'est éteint à Paris, le 12 janvier dernier, dans sa quatre-vingt-deuxième année.

Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau était né à Berthezenne (Gard), le 10 février 1810. Il étudia la médecine à Strasbourg et prit devant les Facultés de cette ville les diplômes de docteur en médecine et de docteur ès sciences. Nommé au concours préparateur de chimie à la Faculté de médecine de Strasbourg, il se fixa plus tard à Toulouse, où il mena de front l'étude des sciences naturelles et la pratique de la médecine. Distingué par M. de Salvandy, alors ministre, M. de Quatrefages fut appelé, à la fin de 1838, à la chaire de zoologie de la Faculté des sciences de Toulouse; mais, ne pouvant poursuivre ses recherches en province, il résigna bientôt ses fonctions et vint se fixer à Paris, où il trouva dans Milne Edwards un protecteur et un ami, et poussa avec ardeur ses études et ses publications.

En 1850, M. de Quatrefages fut nommé professeur d'histoire naturelle au lycée Napoléon et, le 26 avril 1852, il fut élu membre de l'Académie des Sciences (section de zoologie), en remplacement de M. de Savigny. En 1855, il fut appelé à la chaire d'anthropologie et d'ethnologie au Muséum d'histoire naturelle, où il professa dès lors, avec la compétence la plus haute, un des cours les plus suivis et les plus appréciés dans le monde scientifique de tous les pays.

M. de Quatrefages était l'auteur de nombreux travaux tous remarquables à la fois par la méthode précise avec laquelle ils ont été conçus, la perfection et l'élégance de la forme avec laquelle ils ont été rendus.

En outre de ses importantes découvertes en zoologie, et en particulier sur les animaux marins inférieurs, il faut citer en première ligne ses études ethnographiques. Il fut, en effet, avec Broca, l'un des fondateurs de l'anthropologie.

Cette science toute moderne, fondée sur la physiologie et la conformation des squelettes et surtout des crânes, a consacré la réputation universelle du nom de M. de Quatrefages. Lorsqu'il eut vaincu les premières hésitations, lorsque par ses publications successives sur l'espèce humaine, sur Darwin et ses précurseurs français, il eut fait connaître ses doctrines nouvelles, ce savant s'éleva bientôt à une hauteur, à une sûreté de conception, arriva à une ampleur de vues auxquelles le monde entier a rendu hommage.

Depuis 1879 surtout, l'autorité de M. de Quatrefages était indiscutée dans toutes les questions d'anthropologie. Son ouvrage, appelé par lui *Introduction à l'étude des races humaines*, avait fait de lui un maître, un chef d'école. Rappelons, en terminant, qu'il était parvenu à établir d'une façon irréfutable, par les différences des types primordiaux, que l'Asie est le berceau originel de l'homme et que les types primitifs sont seulement au nombre de trois, qui, par leur mélange, ont formé toutes les autres races.

Les funérailles de M. de Quatrefages ont été célébrées à Paris, le 16 janvier, au Temple de l'Oratoire. Le deuil était conduit par le fils du défunt, M. L. de Quatrefages de Bréau, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Une série de discours ont été prononcés à l'Oratoire par MM. Ranvier, au nom de l'Institut ; Milne Edwards, au nom du Muséum d'histoire naturelle; Levasseur, au nom de la Société nationale d'Agriculture de France et de la Société de Géographie ; C. Dareste, au nom de la Société d'Anthropologie ; Geoffroy Saint-Hilaire, au nom de la Société d'Acclimatation, et J. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, au nom du *Journal des Savants*.

L'inhumation a été faite au cimetière Montparnasse.

C. T.

Ernest Cornut.

M. Cornut, Ingénieur en chef de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France, vient de mourir à l'âge de cinquante-trois ans.

L'Association du Nord a été fondée en 1873, à Lille, et, sous la savante et habile direction de M. Cornut, elle prit en peu de temps un développement considérable; actuellement, elle compte plus de 300 chaudières, et tient, en France, la tête de ces institutions.

En 1878, M. Cornut présenta, avec ses collègues de Rouen et de Paris, une sorte de musée des défauts de chaudières recueillis par les agents des Associations au cours de leurs visites; il en fit paraître un remarquable catalogue. Cette exposition collective obtint un diplôme d'honneur.

L'Administration, frappée par les résultats ainsi obtenus, fit alors appel au concours des Associations ; dans le décret de 1880, elle en reconnut l'existence en rendant les visites intérieures de chaudières obligatoires, et en autorisant la dispense des renouvellements réglementaires de l'épreuve, sur les certificats des Associations.

La situation prépondérante qu'avait acquise M. Cornut le fit appeler, en 1882, à la Commission centrale des machines à vapeur.

En 1889, toutes les Associations françaises refirent une nouvelle exposition sous la présidence de M. Cornut, qui fut nommé membre du jury.

M. Cornut présenta, dans les réunions annuelles des Ingénieurs des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, de remarquables travaux sur les vitesses de pistons dans les machines à vapeur horizontales, sur les pouvoirs calorifiques des houilles, les réchauffeurs, les chaudières forcées, les essais hydrauliques des générateurs, l'emploi des tôles d'acier dans la construction des chaudières, etc.

Au Congrès de Mécanique appliquée, en 1889, il exposa, dans une conférence sur les essais des fers et aciers, les conclusions auxquelles l'avaient amené les nombreux essais de traction qu'il avait entrepris depuis de longues années sur les tôles des chaudières dont la réception lui avait été confiée. Il fit alors adopter deux vœux tendant, l'un, à la création de laboratoires de mécanique appliquée; l'autre, à la nomination d'une Commission pour l'uniformisation des méthodes d'essais. Cette Commission vient d'être constituée.

M. Cornut était officier de la Légion d'honneur.

Ses obsèques ont été célébrées à Lille, le 16 janvier. Des discours ont été prononcés par MM. Merlin, président de la Société des Sciences ; Agache, président de la Société industrielle de Lille; Olry, Ingénieur en chef des Mines, au nom de la Commission centrale des machines à vapeur; Bonnet, Ingénieur-adjoint de l'Association du Nord, au nom du personnel; et par le signataire de cette notice qui lui était doublement allié par des liens de famille et d'amitié, au nom des Associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur.

Compère,
Ingénieur-Directeur de l'Association Parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur.

M. Bailly, architecte.

Le président de la Société des artistes français, M. A.-N. Bailly, architecte, membre de l'Institut, inspecteur général honoraire des travaux de Paris, commandeur de la Légion d'honneur, vient de mourir, à Paris, à l'âge de quatre-vingt-un ans.

Ancien élève de Duban à l'Ecole des Beaux-Arts, il était entré de bonne heure au service de la Ville de Paris comme architecte inspecteur. On lui doit, à ce titre, une part dans l'achèvement de l'Hôtel de Ville et la construction de la fontaine Molière.

Nommé en 1844 architecte du gouvernement dans les diocèses de Bourges, de Valence et de Digne, il restaura les cathédrales de Bourges et de Digne et, à Bourges, la maison de Jacques Cœur.

Parmi ses œuvres vraiment personnelles les plus importantes il faut citer, à Paris, le Tribunal de Commerce, la mairie du IVe arrondissement et plusieurs hôtels particuliers.

Les funérailles de M. Bailly ont été célébrées le 5 janvier, en l'église Saint-Augustin. L'inhumation a été faite au cimetière du Père-Lachaise.

N.

M. Aimé Gros.

Nous avons à enregistrer aussi le décès d'un important industriel alsacien, M. Aimé Gros, ancien député du Haut-Rhin.

M. Gros, né en 1816, était sorti comme Ingénieur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures en 1836. Manufacturier à Wesserling, il fut nommé, en 1863, député au Corps législatif, mais il ne fut pas réélu aux élections de 1869. Il fut président de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole Centrale en 1865-1866 et juge au Tribunal de Commerce de la Seine.

Le défunt était administrateur des Chemins de fer de l'Est et chevalier de la Légion d'honneur.

M. Daguin.

Nous apprenons également la mort de M. Daguin, ancien président du Tribunal de Commerce de la Seine.

M. Daguin était sorti comme Ingénieur de l'Ecole Centrale en 1839 et avait fait partie plus tard du Conseil de perfectionnement de cette Ecole.

En 1874-1875 et 1875-1876, il avait été président de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole Centrale. Il était directeur de la Société des salines de Saint-Nicolas et, comme M. Gros, administrateur des Chemins de fer de l'Est.

M. Daguin était officier de la Légion d'honneur.

M. J.-B. Garnier.

Enregistrons enfin le décès d'un ancien et considérable industriel des Vosges, M. J.-B. Garnier, qui vient de mourir à Gérardmer, dans sa quatre-vingt-troisième année.

M. Garnier était entré dans l'industrie dès l'année 1833, au moment de la découverte de la filature mécanique du lin; il avait fait faire de grands progrès à l'importante fabrication de toile des Vosges.

On lui doit la fondation d'un orphelinat où peuvent être recueillis et élevés une cinquantaine d'enfants pauvres, ainsi que la construction d'un magnifique hôpital à Gérardmer.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 décembre 1891.

Physique. — 1° *Sur la polarisation rotatoire.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. H. Poincaré.

Parmi les théories nombreuses de la double réfraction, celles qui conduisent aux polarisations Maxwell-Sarrau sont les seules qui rendent les lois de la double réfraction compatibles avec le terme de dispersion de Briot dont l'existence s'impose. M. Carvallo a démontré, dans une note antérieure, que des équations du type Boussinesq-Helmholtz satisfont rigoureusement aux lois de la double réfraction en même temps qu'à la dispersion. L'auteur se propose dans cette note de démontrer comment ces équations peuvent contenir aussi les lois de la polarisation rotatoire et de sa dispersion.

Chimie. — 1° *Sur les trois basicités de l'acide phosphorique.* Note de M. Daniel Berthelot, présentée par M. Lippmann.

M. Daniel Berthelot a établi précédemment comment on peut reconnaître, par une méthode fondée sur les conductibilités électriques, la force relative des acides, leur basicité, leurs fonctions multiples et la stabilité ou l'instabilité de leurs sels en solution aqueuse. Il a paru intéressant à l'auteur d'appliquer cette méthode à l'étude de l'acide phosphorique, dont la triple fonction acide a été l'objet de tant de discussions. C'est le résultat de ces recherches que M. Berthelot indique dans la présente note, à laquelle sont joints des tableaux et des courbes permettant de suivre la marche des phénomènes.

2° *État des sels dans les solutions; sulfate de sodium et chlorure de strontium.* Note de M. A. Etard, présentée par M. Henri Moissan.

3° *Sur le sulfate vert solide du sesquioxyde de chrome.* Note de M. A. Recoura.

M. Recoura a fait voir que le sesquichlorure de chrome hydraté peut affecter deux modifications isométriques solides et cristallisées, l'une bleu-violet, l'autre verte, ayant la même composition, mais des propriétés complètement différentes. Etudiant les circonstances de production de ces deux variétés, l'auteur a fait voir que la variété violette, qui correspond aux sels normaux de sesquioxyde de chrome, est celle qui prend naissance en liqueur étendue ou moyennement concentrée, tandis que la variété verte, anormale, est celle qui prend naissance en liqueur très concentrée, ou bien en présence d'un grand excès d'acide. Il a montré que le sesquibromure présente également ces deux variétés dans les mêmes circonstances.

L'auteur se propose dans cette note de montrer que le sulfate de sesquioxyde de chrome peut aussi présenter, dans les mêmes circonstances, deux variétés solides et cristallisées, l'une violette, l'autre verte.

Par une première expérience, M. Recoura établit que, comme le chlorure et le bromure, le sulfate de sesquioxyde de chrome, quand il prend naissance en présence d'une quantité d'eau suffisamment faible, affecte un état particulier et se présente sous la forme d'un sel vert.

Sous cette forme, il possède des propriétés complètement différentes. La propriété capitale qui le distingue du sulfate violet est qu'il ne se prête pas à la double décomposition avec les autres sels métalliques.

Par une seconde expérience, l'auteur peut conclure que, soit en produisant le sulfate de chrome en présence d'une très faible quantité d'eau, soit en déshydratant partiellement par la chaleur le sulfate violet cristallisé de chrome, on obtient une variété nouvelle de sulfate de chrome qui est solide et cristallisé.

4° *Sur l'acide bismuthique.* Note de M. G. André.

M. G. André présente à l'Académie un certain nombre de remarques sur l'acide bismuthique BiO^3H qu'il a préparé.

5° *Sur la distillation de la houille.* Note de M. Pierre Mahler, présentée par M. Haton de la Goupillière (1).

6° *Sur une nouvelle porcelaine : porcelaine d'amiante.* Note de M. F. Garros.

La porcelaine d'amiante se fabrique de la façon suivante : l'amiante très finement pulvérisée, on en fait une pâte avec de l'eau, à laquelle on donne par tournage, moulage ou coulage, la forme des objets que l'on veut obtenir, après quoi, on porte les objets dans des étuves légèrement chauffées, où ils sèchent très lentement. On les cuit ensuite en cazette, pendant dix-sept à dix-huit heures, et l'on chauffe à une température de 1 200°. En chauffant à une température très élevée, on obtient une porcelaine d'une translucidité comparable à celle de la porcelaine ordinaire.

Parmi les nombreuses applications auxquelles ce nouveau produit peut se prêter, l'auteur signale en premier lieu la filtration de liquides organiques afin de les stériliser. Cette porcelaine peut également servir à la filtration des vins, vinaigres et acides, qui sortent du filtre sans que leur propriété chimique ait été en rien modifiée.

Électricité. — *Sur un étalon thermo-électrique de force électro-motrice.* Note de M. Henri Bagard, présentée par M. Mascart.

On a déjà pensé à utiliser les couples thermo-électriques comme étalons de force électro-motrice. Mais ceux qu'on a employés jusqu'ici étant formés de deux métaux, les forces électro-motrices ainsi obtenues sont extrêmement faibles et varient avec les échantillons des métaux employés.

M. Bagard s'est proposé de rechercher si un élément thermo-électrique constitué par deux liquides, c'est-à-dire deux corps présentant une structure invariable, possède pour deux températures déterminées des surfaces de contact, une force électro-motrice bien définie.

En prenant comme liquide un amalgame de zinc contenant 0,0005 de zinc pour 1 de mercure et une solution de sulfate de zinc, M. Bagard a obtenu une force électro-motrice considérable, l'élément étant impolarisable.

Il résulte des expériences et des calculs présentés dans cette note que le couple étudié est absolument constant entre deux températures données; il peut être fermé sans se polariser et sa force électromotrice entre les températures 0° et t° sera donnée par la formule :

$$E_0^t = 0{,}001077\,t + 0{,}00000090\,t^2.$$

Enfin, il n'est pas nécessaire d'apporter une grande précision dans la pesée du zinc à dissoudre dans un poids donné de mercure, puisque la variation E_0^{100} n'atteint pas $0^{volt}0001$ quand la proportion du zinc varie de 0,00001 ou de $^1/_{50}$ de sa valeur.

Mathématiques. — 1° *Sur les intégrales de second degré dans les problèmes de mécanique.* Note de M. R. Liouville, présentée par M. Darboux.

2° *Sur une classe de congruences de droites.* Note de M. A. Pétot, présentée par M. Darboux.

SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

Séances de Novembre 1891.

L'État de Rio Grande do Sul au Brésil. — M. Max Lyon, Ingénieur civil, trace une description géographique de l'Etat Rio Grande do Sul dont il a été tant question dans ces derniers temps, pendant les troubles survenus au Brésil. A propos de cette communication faite par un Ingénieur, constatons combien le concours apporté par les praticiens est précieux à la Société; la liste des membres nouveaux pour le mois de novembre présente encore plusieurs noms d'Ingénieurs: M. Chambrelent, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; M. Alphonse Chambrelent, Ingénieur des Arts et Manufactures; Delebecque, Ingénieur des Ponts et Chaussées; de Camaro Coutinho, Ingénieur étranger.

M. Max Lyon a spécialement étudié l'État dont il s'agit pendant deux voyages qu'il a été appelé à y faire, notamment en 1890; les ouvrages et les documents les plus récents ont également été mis par lui à contribution.

L'Etat Rio Grande do Sul est le plus méridional des provinces, aujourd'hui des Etats, qui forment la République du Brésil ; c'est dans l'Amérique du Sud la frontière qui sépare des pays peuplés par l'émigration espagnole les pays qui doivent leur population à l'élément portugais. Situé dans la zone privilégiée entre les tropiques et la République Argentine, il jouit d'un climat tempéré. Aussi le sol y est-il moins aride que dans les régions qui se trouvent de l'autre côté de l'Atlantique, sous la même latitude. En outre, il a sur ses voisins, la Plata et le Chili, l'avantage de ne pas être exposé comme ceux-ci au souffle des vents froids qui viennent de la Cordillère des Andes.

D'après le géographe Henri Lange, qui a le mieux étudié la topographie de ce territoire, la superficie de cet Etat est de 216 000 kilomètres carrés, soit un peu plus des $^3/_5$ de la surface de la France, ou la superficie entière de la Turquie d'Europe, celle du Paraguay ou de la colonie de Victoria en Australie. Ce chiffre de 216 000 kilom. carrés a été adopté par les autorités, bien qu'un géographe brésilien d'une certaine importance ait avancé celui de 364 000 qui paraît notoirement exagéré, et qui d'ailleurs est basé sur des évaluations anciennes.

Malgré cette grande étendue, la population répartie sur le territoire n'atteint pas encore 1 million d'habitants : mais M. Max Lyon fait remarquer qu'elle s'accroît rapidement par l'immigration d'Allemands, d'Italiens et d'autres et aussi par la multiplication des familles, car le nombre des enfants d'une famille y est peut être plus grand qu'en aucune autre région du globe.

M. Max Lyon parle avec assez de détails des chemins de fer du Rio Grande do Sul pour la construction desquels le gouvernement a fait des sacrifices considérables (150 millions de francs), tant dans l'intérêt du commerce que dans un but stratégique, pour défendre le sud du Brésil contre des attaques éventuelles de la part des pays de race espagnole. Nous reproduirions volontiers les renseignements du voyageur; malheureusement, ils ne diraient rien ou peu de chose seulement au lecteur sans l'accompagnement d'une carte. Contentons-nous de faire savoir que les lignes exploitées au commencement de 1891 avaient une longueur de 740 kilomètres environ, et celles dont l'achèvement est prochain, une longueur de 525 kilomètres. Mais les recettes, malgré des tarifs élevés atteignent à peine 90-95 °/₀ des frais d'exploitation.

Chemin faisant, M. Max Lyon rectifie bien des erreurs qui ont couru dernièrement dans les journaux quand il a été question du Rio Grande do Sul et de sa séparation possible d'avec les autres provinces. Cet État ne produit ni café, ni sucre, ni caoutchouc, c'est-à-dire aucun des principaux articles d'exportation du Brésil. Aussi les impôts qu'on y lève ne suffisent-ils pas à l'entretien de son administration : ce sont les riches provinces du Centre et du Nord qui ont jusqu'ici comblé le déficit de l'administration des provinces méridionales du Brésil.

Quant aux visées que l'empire allemand aurait, dit-on, sur cet État, et qui pourraient être favorisées par l'élément allemand qui s'y trouve en grand nombre, ceux qui avancent cette assertion ignorent sans doute que dans le Rio Grande do Sul l'élément étranger s'assimile, dès la seconde génération, à la population brésilienne, et que les enfants des immigrants ne parlent déjà plus la langue de leurs pères. D'ailleurs, ces Allemands, qu'on représente comme disposés à la fusion, tiennent par-dessus tout à la conservation des libertés acquises dans leur nouvelle patrie et à l'affranchissement de la servitude militaire à laquelle ils eussent été soumis dans l'Europe centrale.

Guil. Depping.

BIBLIOGRAPHIE

Lettres et souvenirs de voyage : Algérie, Panama, par A. Danbies. — Société d'éditions scientifiques, Paris.

L'auteur de cet ouvrage, qui se cache modestement sous un pseudonyme, a occupé successivement des positions diverses en Algérie et à Panama. Il a réuni, dans la brochure que vient d'éditer avec beaucoup de soins la Société d'éditions scientifiques, un ensemble de lettres écrites au jour le jour et qui relatent ses impressions du moment avec une netteté et une précision remarquables. L'ouvrage est écrit dans un style simple, clair et élégant; le sérieux du fond n'exclut nullement le pittoresque des descriptions et la gaieté, la vive allure du récit. Ce sont des pages originales et que liront avec beaucoup de charme tous ceux qui s'intéressent au récit de voyages dans ces contrées lointaines et généralement peu connues de l'Amérique centrale. Il faut savoir gré à l'auteur d'avoir conservé et réuni en un volume ses souvenirs sur cette page de son existence.

(1) Les divers renseignements contenus dans cette note se trouvent reproduits ci-dessus (page 200) dans une étude d'ensemble consacrée à la *Détermination industrielle du pouvoir calorifique des combustibles par l'appareil de M. P. Mahler.*

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 13. N° 503. Samedi 30 Janvier 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Bédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Locomotives mixtes à grande vitesse nos 801 à 812 de la Compagnie des chemins de fer de l'Est (*planche XIV*), p. 205 ; — Statistique des accidents de chemins de fer, p. 209 ; Max de Nansouty. — **Constructions civiles** : Rupture d'un réservoir à pétrole pendant l'épreuve, p. 209. — **Mines** : Haveuse « Ingersoll-Sergeant », p. 210 ; Ernest Vlasto. — **Métallurgie** : Méthodes américaines modernes de fusion des minerais de cuivre, p. 212 ; P. Leproux. — **Électricité** : Traité pratique d'électricité de M. Félix Lucas, p. 213 ; Maurice Lévy. — **Chimie industrielle** : Désinfection et blanchiment de la fécule par l'électricité, p. 213 ; F. Desquiens. — **Études économiques** : Révision du tarif des douanes, p. 217 ; Emile Bert. — **Correspondance** : La lampe électrique à arc Japy, p. 219 ; Japy frères et Cie.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 8 janvier 1892, p. 220 ; P. Jannettaz. — Société industrielle du Nord de la France, novembre 1891, p. 220.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 220.

Planche XIV : Locomotives mixtes à grande vitesse nos 801 à 812 de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVES MIXTES A GRANDE VITESSE Nos 801 A 812
de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

(Planche XIV.)

La Compagnie des Chemins de fer de l'Est construit, dans ses ateliers d'Epernay, 12 locomotives à grande vitesse qui compteront parmi les plus puissantes et qui constituent certainement un type nouveau, tant par le mode de groupement des organes habituels que par l'emploi d'une chaudière d'un système spécial.

Disons tout d'abord dans quel but ces machines ont été établies.

En raison de sa situation topographique, la Compagnie de l'Est doit assurer le transport des voyageurs qui, de Paris ou de l'Angleterre (viâ Calais et Laon), se rendent à Bâle, pour gagner de là le nord de la Suisse, l'Italie par le Gothard, ou l'Autriche par l'Arlberg. Les heures d'arrivée et de départ des gares-terminus étant commandées par les conditions multiples auxquelles est soumis tout service international, l'Est a dû organiser des trains express dont la vitesse de marche est fort élevée ; des vitesses de 100 à 110 kilomètres sont souvent atteintes sur de longues sections. Le nombre de ces express étant forcément limité, leur charge augmente chaque année avec le développement des relations internationales. Pendant la belle saison, cette charge atteint parfois 200 et même 220 tonnes (bien entendu, machine et tender compris), les trains étant alors composés de 18 à 20 voitures, dont une voiture à bogies de la Compagnie internationale des Wagons-Lits. Pour rester dans l'horaire du tracé, de telles charges obligent à employer la double traction sur les sections à profils difficiles, de Chaumont à Belfort et même, lorsque les conditions atmosphériques ne sont pas favorables, de Troyes à Chaumont.

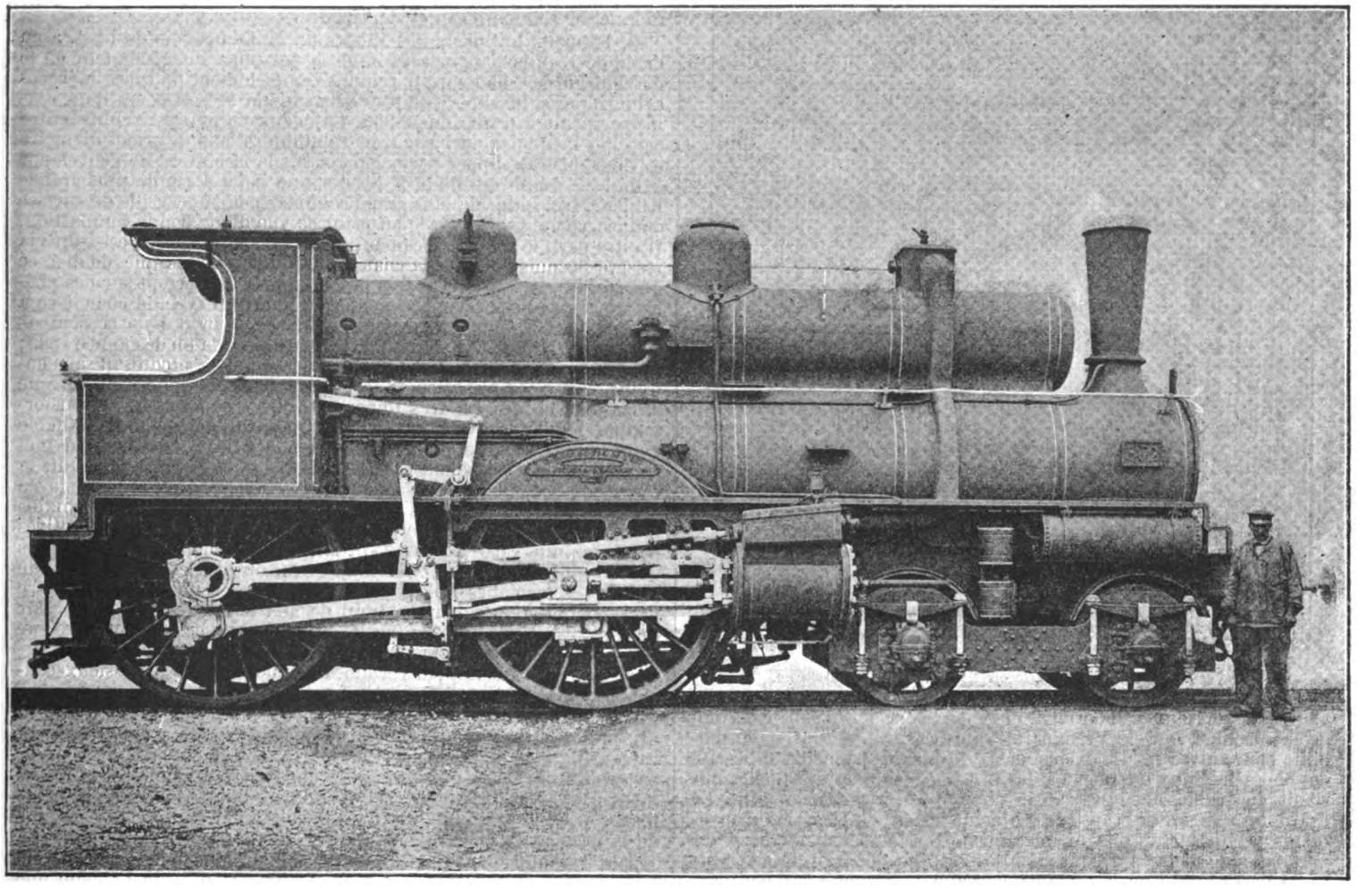


Fig. 1. — Locomotive mixte à grande vitesse de la Compagnie des chemins de fer de l'Est (d'après une photographie).

Cet emploi de la double traction n'a aucun inconvénient au point de vue de la sécurité, — une longue pratique l'a nettement établi, — parce que les machines dont il est fait usage ont une excellente stabilité (locomotives du type Crampton et mixtes nos 501 à 562) ; mais les frais de traction sont à peu près doublés sans qu'il soit possible d'utiliser complètement la puissance des 2 machines.

Pour supprimer ces doubles tractions, M. Salomon, l'éminent Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est, a, avec le concours de M. Flaman, Ingénieur des études, étudié une locomotive (celle que nous allons décrire) capable de remorquer, à la

Digitized by Google

vitesse moyenne de marche de 75 kilomètres à l'heure, un train de 200 à 220 tonnes, et cela sur une voie Vignole à rails de 30 kilogr., et sur le profil accidenté de la ligne de Paris à Belfort qui présente des rampes fréquentes de 6 millimètres, et dont le point extrême (Belfort) est à une altitude de 341m 42 au-dessus de l'altitude de Paris.

La locomotive puissante et stable nécessaire pour remplir ce programme a été obtenue en combinant les dispositions que M. Salomon recommandait dans la conférence qu'il fit au groupe de Paris des anciens élèves de l'Ecole centrale, lors de la dernière Exposition universelle : adoption du bogie, fixation des cylindres extérieurs vers le milieu de la locomotive, absence de masses en porte-à-faux, c'est-à-dire au delà des essieux extrêmes (le foyer étant compris entre les 2 essieux couplés), rejet du système compound et enfin adoption de la chaudière à deux corps, de M. Flaman.

Voici, au point de vue de la stabilité des machines, ce que disait M. Salomon dans sa conférence :

« La résistance d'une voie au ripement est due au frottement des traverses sur le ballast, et elle est très faible lorsque cette voie n'est pas chargée ; quelques hommes armés de pinces la déplacent

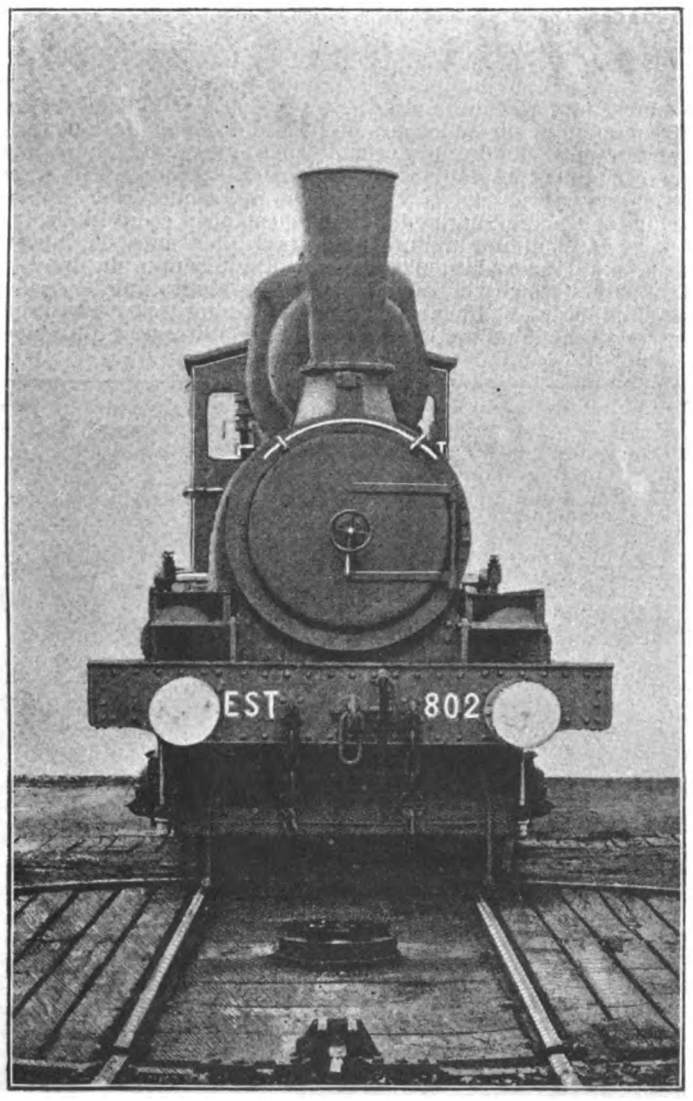


Fig. 2. — Vue en bout de la locomotive mixte à grande vitesse.

alors avec la plus grande facilité. Il faut donc que l'essieu d'avant de la machine, qui le premier attaque les rails, ait assez de mobilité pour suivre les inflexions de la voie, sans soumettre celle-ci à des chocs latéraux ou même à des pressions latérales auxquelles elle serait incapable de résister par suite d'un calage insuffisant. Eu égard aux règles de construction actuellement suivies, les mouvements perturbateurs dus au mécanisme ont beaucoup moins d'importance que ceux provoqués par les réactions de la voie aux passages des courbes ou des points défectueux. Lorsque ces dernières causes impriment des mouvements simultanés de lacet et de roulis à une machine disposée de telle sorte que l'essieu d'avant frappe violemment les rails en ne les chargeant plus, un déraillement ou tout au moins une déformation de la voie doit se produire à peu près inévitablement. De tous les dispositifs connus, le bogie est celui qui offre la plus grande sécurité, parce qu'il cale la voie à la plus grande distance du point d'attaque par les essieux fixes et que, dans les coups de lacet, à l'entrée et à la sortie des courbes, il répartit le choc sur deux points de la voie. »

Un autre avantage du bogie résulte de la possibilité d'augmenter l'empatement des roues extrêmes, tout en conservant à la locomotive la faculté de passer dans une courbe d'un rayon déterminé. Les réactions horizontales des rails, réactions qui dévient la machine lors d'un passage en courbe ou qui la maintiennent sur la voie si elle a pris du lacet, seront d'autant moins considérables qu'elles s'exerceront à une plus grande distance du centre de gravité de la locomotive et que celle-ci aura pris moins d'obliquité par rapport à la voie (1).

Si les mouvements perturbateurs dus au mécanisme sont d'une importance secondaire, il n'en faut pas conclure que la position des cylindres n'ait pas d'influence sur la sécurité. La réaction verticale, que produit sur la glissière supérieure l'obliquité de la bielle, amène des déchargements alternatifs qui, si les cylindres sont montés à l'avant de la machine, peuvent devenir nuisibles lorsque la locomotive a pris du galop par l'effet d'une cause étrangère. La disposition des cylindres à l'extérieur des longerons et à l'avant du premier essieu augmente la valeur du mouvement d'inertie de la machine et, par suite, la force vive acquise par celle-ci dans les mouvements de lacet et de galop.

Les Ingénieurs de l'Est ont donc, avec juste raison, conservé dans leur nouvelle machine la disposition des cylindres et du mécanisme des machines mixtes nos 501 et 562 faisant actuellement le service des express. Ces locomotives, mises successivement en service à partir de 1876, ont aujourd'hui effectué un parcours total de 33 millions de kilomètres sur des voies en rails Vignole de 30 kilogr., sans que la déformation de voie la plus légère ait été constatée.

Le système compound a été rejeté afin que le nombre des organes reste aussi réduit que possible. Il importe, en effet, au plus haut point de diminuer les chances d'avaries et, par suite, de détresse des locomotives remorquant les trains express dont la marche doit être aussi régulière que possible. D'ailleurs, d'après les résultats publiés, il semble que, du moins pour les locomotives à grande vitesse, l'économie réalisée sur le combustible est absorbée par l'augmentation des dépenses de graissage et d'entretien.

La locomotive tire sa puissance de sa chaudière et celle-ci ne peut avoir que des dimensions limitées. Au delà d'une certaine longueur, l'allongement des tubes réduit la vaporisation par suite de l'acroissement de la résistance au passage des gaz; d'autre part, dans les machines à grande vitesse, le corps cylindrique de la chaudière étant compris entre les grandes roues, son diamètre extérieur ne peut guère dépasser 1m295 et de ce diamètre dépendent le nombre des tubes et le volume d'eau et de vapeur.

M. Flaman, Ingénieur des Etudes de la Compagnie de l'Est, a eu l'idée de réaliser l'augmentation de la puissance du générateur en le développant en hauteur. Il remplit complètement de tubes le corps cylindrique et lui superpose parallèlement un second corps d'un diamètre réduit à 0m800 ou 0m900. Ces deux corps sont réunis entre eux, sur leur longueur, par trois communications de grand diamètre et viennent s'assembler normalement sur la face avant de l'enveloppe extérieure du foyer. De là il résulte une boîte à feu de plus grande hauteur, par suite, de plus grand volume, pour une grille de surface donnée, ce qui est favorable au point de vue d'une bonne combustion. D'autre part, le volume d'eau utilisable sans alimenter, c'est-à-dire la réserve de puissance de la chaudière, peut être plus que doublé, ce qui constitue un avantage très précieux pour la traction sur des profils accidentés. Pour l'expérimenter, ce nouveau type de chaudière a été appliqué à l'une des machines Crampton n° 604 de la Compagnie de l'Est. Cette transformation fut terminée à la fin de l'année 1889; elle a permis de constater que la vaporisation se produisait sans entraînement d'eau ou, selon le terme consacré, que cette chaudière ne *prime* pas, ce qui est très important. Bien que dans cette transformation il n'ait pas été possible d'introduire l'harmonie convenable entre la puissance de la nouvelle chaudière, les dimensions du mécanisme qui ne pouvaient pas être modifiées, et le poids adhérent, la Crampton 604, munie de sa nouvelle chaudière, a pu être employée à la remorque de certains des trains express attribués aux mixtes grande vitesse de la série 500. Dans les expériences comparatives faites en juin 1890 par le P.-L.-M., cette machine réalisa la plus grande vitesse constatée, 144 kilomètres, durant les essais à grande vitesse des machines isolées ou attelées à une seule voiture; d'autre part, elle put remorquer un train de 160 tonnes, en atteignant, sur certains parcours, la vitesse de 95 kilomètres, développant ainsi sur le crochet d'attelage du tender un travail de 555 chevaux, travail supérieur à celui produit par certaines locomotives à deux essieux couplés concurrentes.

La chaudière système Flaman appliquée aux locomotives nos 801 à 812 présente les dimensions et dispositions suivantes :

La grille a une grande surface, 2m2415, afin de permettre de brûler en service ordinaire une proportion de 80 % de poussier et seulement 20 % de briquettes, celles-ci étant réservées pour les allumages et les coups de collier conformément à la pratique économique de la traction de l'Est.

Afin de donner au foyer la plus grande profondeur possible, on l'a fait descendre entre les deux essieux couplés; on a ainsi obtenu une hauteur moyenne de 1m920 du ciel du foyer au-dessous du cadre; sa largeur est de 1m017. Le ciel du foyer, de forme demi-cylindrique, a été constitué par une tôle d'acier ondulée du système Fox, comme celles qui sont adoptées presque exclusivement aujourd'hui pour les foyers des chaudières marines. Cette disposition a l'avantage de se prêter à la dilatation et de supprimer les fermes employées ordinairement pour armaturer le ciel plan du foyer. Ces fermes ont l'inconvénient de favoriser les incrustations, de réduire la surface de contact

(1) Il faut lire à ce sujet les considérations nouvelles et fort intéressantes sur la stabilité des locomotives qu'a développées M. l'Ingénieur en chef des Mines Worms de Romilly dans un mémoire qui vient d'être publié sous le titre « Observations sur les trains à marche rapide. »

Digitized by Google

avec l'eau et d'avoir un poids considérable. Dans le cas actuel, où la charge des essieux couplés est voisine de la limite acceptable, ce dernier inconvénient était fort à considérer. Le foyer a été muni d'un bouilleur Ten Brinck, les expériences de M. Henry, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction du P.-L.-M., ayant établi que cet organe augmente de 8 °/o le rendement en vapeur d'un poids déterminé de combustible, tandis qu'une voûte augmente seulement de 6 °/o ce rendement.

La surface de chauffe du foyer est de	13m²61
— — bouilleur est de	2.25
Ce qui donne pour la surface de chauffe directe totale.	15m²86

323 tubes de 40 millimètres de diamètre extérieur ont pu être placés dans le corps cylindrique; ils ont une longueur de 4m300 entre les plaques tubulaires. La surface de chauffe tubulaire comptée sur le diamètre moyen des tubes est par suite de 164m²35, ce qui porte à 180m²21 la surface de chauffe totale. La surface de la section tubulaire est de 0m²3168. Si l'on compare ces surfaces à celles correspondantes des machines à grande vitesse nos 501 à 562, on trouve des augmentations respectives de 54 1/2 et 17 °/o que seul le système Flaman a permis d'obtenir.

La capacité totale intérieure de la chaudière est de 7m³946. Le volume d'eau à son niveau normal au-dessus du ciel du foyer, c'est-à-dire à l'axe du petit corps cylindrique supérieur, est de 6m³154 et le volume de vapeur de 1m³792. Enfin, le volume d'eau utilisable sans alimenter, c'est-à-dire jusqu'à ce que le niveau de l'eau se soit abaissé à sa limite inférieure de 0m100 au-dessus du ciel de foyer, *volume qui constitue la véritable réserve de puissance de la locomotive*, est de 1m³680, soit près du double de ce qu'il est dans les locomotives mixtes nos 501 à 562.

Le timbre a été fixé à 12 kilogr. Les pressions plus élevées ne sont guère justifiées qu'avec l'adoption simultanée du système compound; elles ne sont d'ailleurs pas sans inconvénients pour la régularité du fonctionnement des injecteurs; enfin, en raison de l'épaisseur plus forte à donner aux tôles, elles entraînent une augmentation de poids qui eût été inadmissible dans le cas actuel.

La partie extérieure de ces chaudières a été faite en tôles d'acier fondu.

Ce métal a donné aux essais les résultats suivants (constatés sur des éprouvettes recuites) :

		Tôles pour viroles.	Tôles à emboutir.
		—	—
Charge de rupture en kilogr. par millimètre carré de la section primitive. . .	en long. .	39,3	37,7
	en travers.	40,7	39,8
Allongement moyen à la rupture en centièmes	en long. .	29,8	31,9
	en travers.	27,3	27,9

La plaque avant de la boîte à feu extérieure et les communications reliant le corps cylindrique inférieur au corps cylindrique supérieur ont été faites en tôle de fer, à cause des déformations qu'aurait pu déterminer le recuit de la plaque avant, qui affecte une forme assez compliquée, et en vue de rendre possible la soudure des tôles formant les communications.

Les tôles d'acier ont été soumises aux opérations successives suivantes :

Étirage à chaud des pinces des viroles;

Perçage au foret de quelques trous pour permettre un premier assemblage;

Chanfreinage des bords à la machine;

Cintrage à la machine après avoir chauffé les tôles très légèrement au four;

Assemblage des corps cylindriques et de la plaque tubulaire de boîte à fumée, ainsi que des communications et du dôme de vapeur, sans employer de broches pour rapprocher les tôles et en évitant, autant que possible, de frapper les tôles à coups de marteau;

Traçage des trous fixant les différentes pièces au corps cylindrique et des entailles pouvant être débouchées au foret, telles que cheminées, échappement, communications, cuvette du régulateur, tirants reliant la plaque tubulaire du foyer au corps cylindrique de la chaudière;

Perçage au foret en laissant, en vue des difficultés de montage, 2 millimètres pour l'alésage ultérieur des trous d'assemblage des corps cylindriques;

Débouchage au burin des différentes entailles tracées sur les corps cylindriques;

Nouveau montage provisoire et ajustage des tôles en les chauffant légèrement à l'aide de morceaux de fer portés préalablement au rouge sur un feu de forge;

Démontage et recuit des tôles dans un four clos. La température est portée en 10 à 12 heures au rouge-cerise; elle est maintenue à ce degré pendant 48 heures et le refroidissement se produit en 24 heures.

D'après les résultats donnés par des éprouvettes prises sur des tôles ainsi traitées, il semble que, grâce à ces précautions, le métal conserve toutes ses qualités.

Les tubes sont en acier doux. A la seule exception de son ciel, le foyer est comme d'ordinaire en cuivre rouge.

Une boîte à escarbilles a été disposée en dessous de la boîte à fumée, afin d'éviter l'obstruction des tubes des rangées inférieures.

Le châssis et le mouvement de ces locomotives présentent les dispositions principales suivantes :

Le *châssis* est intérieur aux roues; il est formé de deux longerons en tôle d'acier de 30 millimètres d'épaisseur qui, dans les épreuves par traction, ont donné les résultats suivants :

Résistance à la rupture par millimètre carré. . . .	41 kilogr.
Allongement sur une éprouvette de 0m 260	27 °/o.

Les longerons sont consolidés à l'endroit des découpures des plaques de garde par des glissières d'une seule pièce en forme de fer à cheval; ces glissières ont été fabriquées en acier fondu.

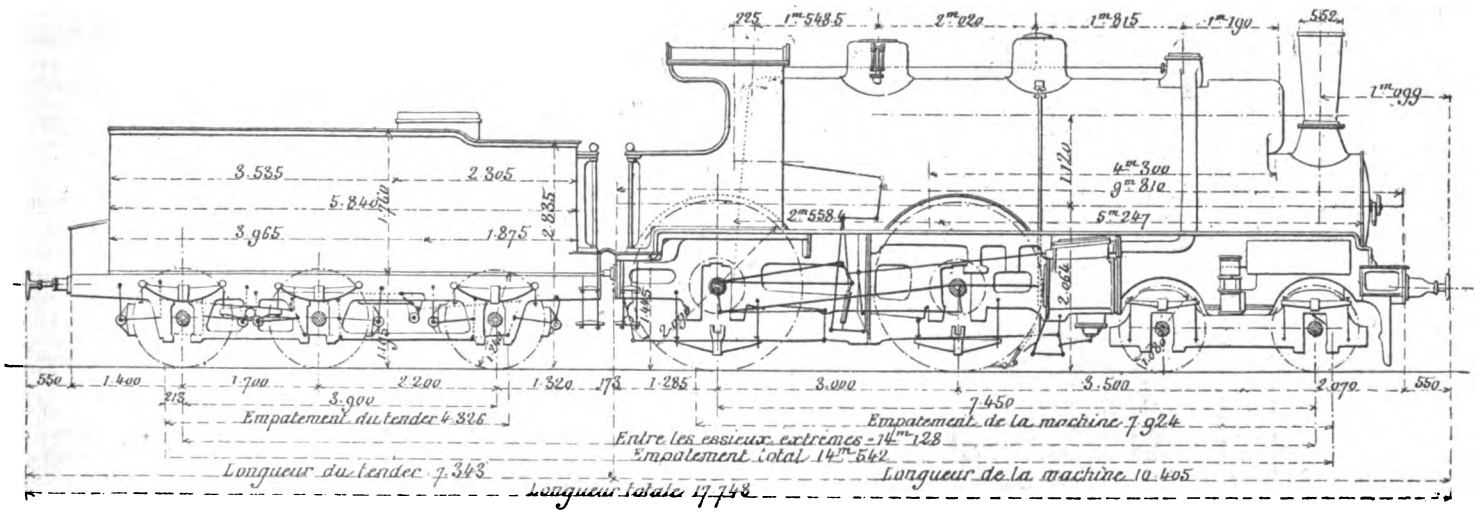


FIG. 3. — Élévation schématique de la locomotive mixte à grande vitesse de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

Les entretoises qui réunissent les deux branches d'une même plaque de garde à sa partie inférieure sont, en outre, d'un type nouveau avec emmanchement en forme de coin, permettant de rattraper le jeu produit par le matage des surfaces en contact et par suite d'éviter la fatigue des longerons dans leurs sections les plus réduites qui correspondent aux plaques de garde.

Les longerons sont entretoisés, non seulement par les traverses et les tôles d'attelage d'avant et d'arrière, mais encore par des tôles verticales réunissant les plaques de garde des roues motrices et des roues accouplées, par le caisson portant la cheville d'articulation du bogie et par celui des cylindres, enfin, par une tôle de grandes dimensions qui, réunissant à leur partie supérieure les deux caissons avec les longerons, assure le contreventement du châssis dans le plan horizontal.

Le châssis supporte la chaudière par son caisson d'avant, sur lequel elle est boulonnée par les parois de sa boîte à fumée et par des supports à agrafes et à glissoirs fixés sur les parois de l'enveloppe de son foyer.

Le châssis repose, à l'arrière, sur les deux paires de roues motrices et accouplées de 2m 090 de diamètre au contact du rail, qui sont à fusées intérieures et espacées d'axe en axe de 3 mètres; à l'avant, sur un bogie à deux paires de roues de 1m 080 de diamètre, à fusées extérieures et espacées de 1m 900.

L'empatement total de l'axe de la roue d'arrière à l'axe de la roue d'avant du bogie est de 7m 450, assurant à la locomotive une parfaite stabilité aux plus grandes vitesses, sans s'opposer à sa facile inscription dans les courbes. Le bogie est, en effet, du type à pivot et à déplacement transversal au moyen d'une coulisse ménagée dans la pièce du bogie qui reçoit la pièce d'appui du châssis, ce qui lui permet de se prêter à toutes les inflexions de la voie sans autre résistance que celle développée par le frottement des surfaces en contact et par la tension d'un ressort de rappel.

L'amplitude du déplacement transversal a été limitée à 45 milli-

Digitized by Google

mètres de part et d'autre de la position moyenne. Lorsque le bogie est dans cette position, le ressort de rappel qui est solidaire du bogie est simplement en contact avec la pièce de butée portée par le châssis de la locomotive; au contraire, dès qu'il tend à s'écarter de cette position, il éprouve d'abord une résistance égale à la bande de pose du ressort de rappel, qui a été réglée à 1 500 kilogr., puis l'effort qui tend à ramener le bogie va en croissant avec son déplacement jusqu'à 4 120 kilogr., tension qui correspond à la position extrême du bogie, c'est-à-dire à une course de 45 millimètres et à une flexion égale du ressort.

Les cylindres sont placés extérieurement aux longerons entre le bogie et la paire de roues accouplées. Leur diamètre est de 0^m500 et la course des pistons de 0^m660. Leur tiroir de distribution est du type à canal et la coulisse qui les commande est du type Stephenson. Le mouvement de relevage est à vis. Les pistons sont du type suédois; les glissières des têtes de piston ont une section en forme de ⊥.

La paire de roues motrices est celle qui est placée à l'arrière du foyer; la longueur des bielles qui la commandent est de 2^m830; la longueur des bielles d'accouplement est de 3 mètres.

Les têtes des bielles d'accouplement sont munies de clavettes de serrage des coussinets, et les glissières des boîtes à graisse, de coins de rattrapage. La section du corps des bielles d'accouplement est en forme de I.

Les contrepoids des roues ont été établis de façon à équilibrer, en outre des pièces à mouvement de rotation, le quart du poids des organes animés d'un mouvement alternatif, et cette seconde partie du contrepoids a été répartie également entre les roues motrices et les roues accouplées.

L'effort tangentiel moyen $\left(0{,}65\,\frac{Pd^2l}{D}\right)$ que peuvent développer les nouvelles locomotives est de 6 101 kilogr., supérieur de 2 463 kilogr., soit de 68 %, à celui de 3 638 kilogr. que peuvent développer les locomotives nos 501 à 562. Comme le poids adhérent est de 32 738 kilogr., le rapport de l'effort tangentiel moyen au poids adhérent est de $\frac{1}{5.37}$, ce qui est suffisant si l'on considère que les efforts de traction les plus considérables devront être développés dans la belle saison, alors que le coefficient d'adhérence atteint sa valeur la plus élevée, et que le développement d'efforts aussi considérables n'a lieu qu'au démarrage, l'effort de traction moyen en marche des trains rapides et lourdement chargés ne dépassant pas le chiffre de 2 000 kilogrammes.

Nous remarquerons, d'ailleurs, que ces locomotives ont été munies de la sablière à vapeur qui permet, lorsque cela est nécessaire et notamment lors des démarrages, d'amener le coefficient d'adhérence à sa valeur maximum.

Ces locomotives sont munies du frein à air comprimé, système Westinghouse, avec quatre sabots, agissant sur les roues motrices et accouplées. Le mécanisme du frein a été établi de façon que la pression exercée sur les sabots soit, au maximum, égale aux $^3/_4$ du poids sur rails des roues sur lesquelles ils sont appliqués.

Le poids de ces nouvelles locomotives est le suivant :

A vide . . . . . kilogr.		49.877	
En charge, avec 0^m440 d'eau au-dessus du ciel du foyer et 500 kilogr. de combustible sur la grille	Bogie.	23.053	55.831
	Roues du milieu.	16.480	
	Roues d'arrière .	16.258	

Tenders. — Les nouvelles locomotives nos 801 à 812 étant destinées à la remorque des trains de grande vitesse, leurs tenders ont été disposés de façon que leurs approvisionnements en eau et en combustible soient suffisants pour permettre de franchir, sans être obligé de s'arrêter pour renouveler les approvisionnements, les plus grands parcours qu'il pourrait y avoir intérêt à faire sans arrêt, soit, au maximum, 181 kilomètres, distance de Châlons à Nancy. Dans ce but, on leur a donné une capacité de 20 mètres cubes en eau et de 6 mètres cubes de combustible, correspondant à un poids de houille de 5 000 kilogr.

Ils sont portés sur trois paires de roues et leur poids est à vide de 18 000 kilogr., et en ordre de marche avec leurs pleins approvisionnements, de 43 000 kilogr.

Ces tenders sont munis du frein à air comprimé agissant sur chacune des paires de roues par quatre sabots, dont la pression a été réglée, pour le maximum de serrage, aux $^2/_3$ du poids du tender en charge.

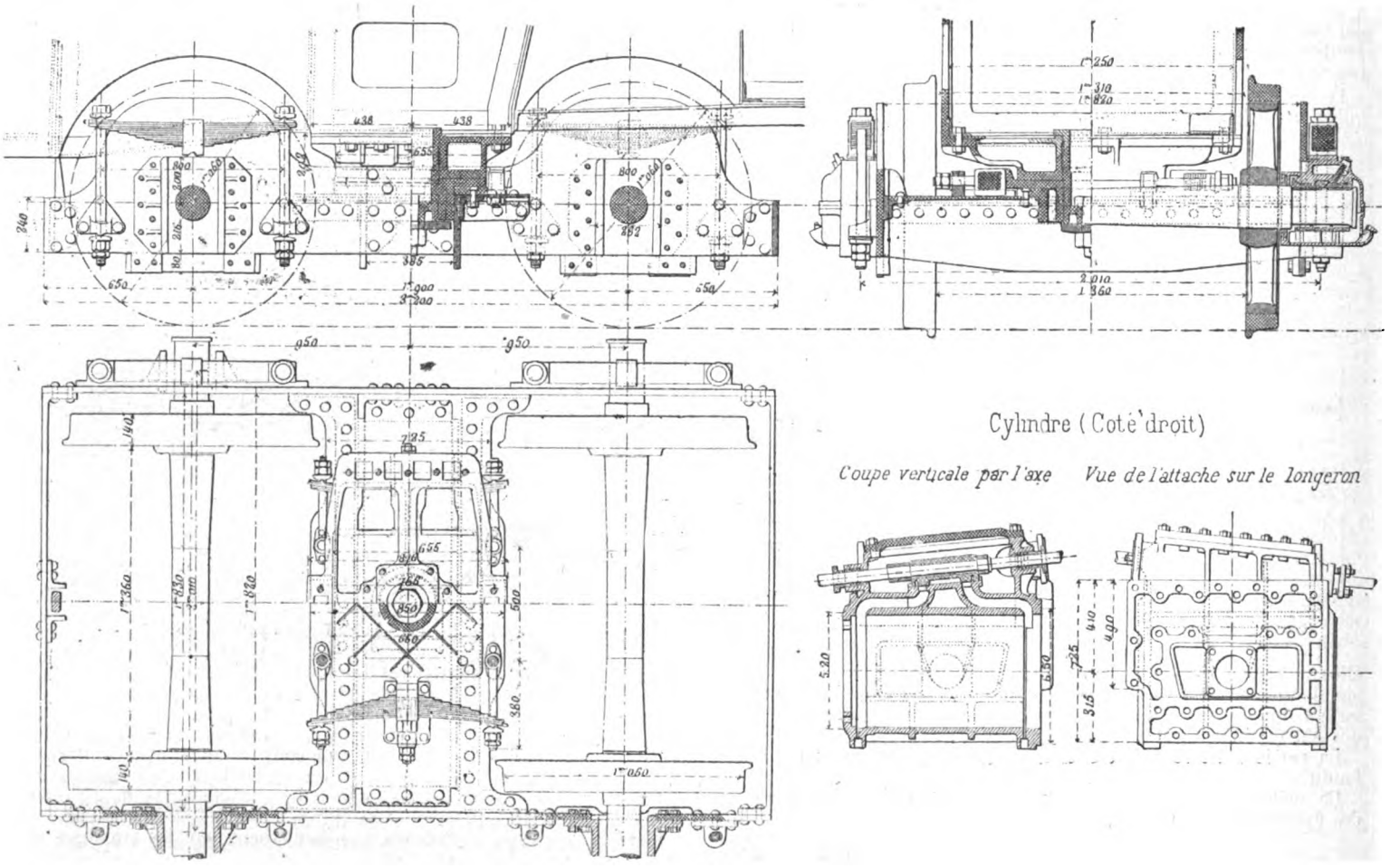


FIG. 4. — Coupes et plan du bogie et du cylindre.

Afin de se rendre compte des résultats que les locomotives ci-dessus décrites permettent d'obtenir et de vérifier, si elles remplissent les conditions du programme en vue duquel elles ont été étudiées, des expériences ont été entreprises avec les premières locomotives construites.

Ces expériences seront prochainement terminées et nous en ferons alors connaître les résultats. Nous dirons seulement dès aujourd'hui qu'elles ont établi que les locomotives nos 801 à 812 peuvent remorquer :

1° Des trains de 600 tonnes sur des rampes prolongées de 8 millimètres par mètre à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure;

2° Des trains de 210 à 220 tonnes à la vitesse moyenne de marche de 76 kilomètres à l'heure;

3° Enfin, des trains de 140 tonnes à la vitesse moyenne de marche de 90 kilomètres à l'heure.

Ces deux derniers résultats ont été obtenus sur la ligne de Paris à Châlons dont le profil présente des rampes continues de 0 à 3 millimètres et des rampes courtes jusqu'à 6 millimètres par mètre.

L'étude de ces belles machines fait le plus grand honneur à la Compagnie des chemins de fer de l'Est et aux Ingénieurs distingués, MM. Salomon et Flaman, qui en ont amené jusqu'aux moindres détails à un degré remarquable de perfection.

M. DE N.

Digitized by Google

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE CHEMINS DE FER

Les meilleures statistiques et les plus sérieusement faites n'échappent pas aux erreurs de détail. Celles données par notre excellent collaborateur M. V. Turquan, dans ses récents et intéressants articles sur les accidents de chemins de fer (1), laissent peu à désirer : son travail sera cependant utilement complété sur certains points par quelques éclaircissements complémentaires. Nous allons en citer un exemple.

Dans la répartition du nombre d'accidents, survenus pendant la période de juillet à octobre 1891, entre les Compagnies de chemins de fer, notre compétent statisticien attribue à la Compagnie de l'Ouest 21 accidents. Or, en se reportant à la rigueur des faits, il n'y en a réellement que 15 à porter à son compte. Cela provient de ce que les accidents survenus sur la petite Ceinture et sur les lignes de l'Eure, ont été statistiquement réunis en blocs avec ceux survenus réellement sur le réseau appartenant à cette Compagnie; la statistique attribue donc à la Compagnie de l'Ouest deux accidents imputables au réseau du Nord.

Ce sont les accidents de :

Courcelles (Ceinture) — 29 septembre, 3 blessés.
D'Etrépagny (Eure) — 25 juillet.
D'Evreux (Eure) — 28 août.
De Rouen (Nord) — 18 octobre, 5 blessés.
De Pontoise (Nord) — 24 août.

Une autre question se pose à un point de vue général et appelle la discussion : c'est la *question du dimanche*. La moyenne d'accidents (183) et de victimes (59,4 °/₀) est-elle réellement plus élevée ce jour-là que dans les autres jours de la semaine ? Et, par suite, l'assertion que l'une des principales causes d'accidents est le surmenage et l'insuffisance du personnel les jours d'affluence est-elle fondée ?

Il y a une tendance toute naturelle dans le public à chercher et même à supposer, en dehors de la cause individuelle ou matérielle qui a déterminé les accidents, une cause de principe, un vice d'organisation, qui engage la responsabilité des Compagnies et dont la constatation et la réforme devraient, à ce que l'on espère, supprimer toute chance d'accidents pour l'avenir. L'affluence du public le dimanche et l'insuffisance du personnel est une explication facile, ou plutôt une thèse qui lui deviendrait aisément familière : elle serait pourtant inexacte, il faut le reconnaître, surtout si on lui donne pour base la moyenne que nous venons de mentionner.

Cette moyenne est, en effet, calculée sur les accidents survenus dans une période de temps trop courte pour que l'exemple soit concluant. Elle se justifie, actuellement, en ce qui concerne la moyenne des victimes, par les chiffres de l'accident de Saint-Mandé : or, cet accident n'affecte que la seule Compagnie de l'Est et fausse évidemment la moyenne par son importance exceptionnelle.

En rectifiant le calcul sur ce seul point, la discussion change notablement d'aspect. Il serait beaucoup plus topique, comme base de discussion, de prendre une seule Compagnie, celle dont le service du dimanche est de beaucoup le plus chargé, c'est-à-dire la Compagnie de l'Ouest, notre Compagnie de banlieue par excellence ; on constaterait dès lors que la prétendue augmentation des accidents le dimanche n'existe pas en réalité. Si la circulation est beaucoup plus intensive ce jour-là, les Compagnies prennent, en effet, logiquement par contre les mesures nécessaires pour éviter les accidents. Elles renforcent tout spécialement leur personnel, celui des trains et celui de la voie, sans attendre qu'on les y invite. Le souci de leur responsabilité morale comme celui de leur intérêt matériel suffisent à les y engager.

Les primes à donner aux agents qui découvrent des imperfections d'appareils, la surveillance spéciale de la voie, l'augmentation du nombre des garde-freins, mesures recommandées à juste titre par notre collaborateur M. Turquan, sont largement, il est équitable de le reconnaître, pratiquées partout. Elles sont le résultat des études de notre corps d'Ingénieurs des chemins de fer français, dont le mérite est exceptionnel au Monde, nous pouvons le déclarer sans aucun amour-propre exagéré.

Quant aux mesures techniques, telles que l'espacement des voies, l'augmentation de leur nombre, l'établissement de voies rectilignes dans les gares, l'élargissement des gares, la création de voies à des niveaux différents dans les gares principales, elles sont tout à la fois séduisantes, discutables et discutées. L'efficacité et la possibilité de leur application est, la plupart du temps, une question d'espèce.

La statistique avec ses rigueurs de déductions, excelle à mettre en lumière une situation générale, une loi des choses. Comme telle, c'est une science passionnante et utile, mais elle devient parfois incertaine quand elle quitte son tableau de démonstration pour se substituer à la méthode d'action pratique. Nous croyons utile de faire cette simple observation à la conclusion du travail d'un statisticien émérite dans un ordre d'idées où les faits relèvent, en première ligne, des efforts et des progrès incessants à l'heure actuelle de l'art de l'Ingénieur.

Max de NANSOUTY.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 43; n° 4, p. 54; n° 6, p. 99; n° 7, p. 113.

CONSTRUCTIONS CIVILES

RUPTURE D'UN RÉSERVOIR A PÉTROLE PENDANT L'ÉPREUVE

Le propriétaire d'une usine située à Vienne (Autriche) fit construire au mois de novembre 1891 deux réservoirs à pétrole, en fer, ayant chacun une capacité de 1 500 000 litres, et dont le coût total s'est élevé à 30 000 florins (63 000 francs). Le mode de construction et les dimensions sont indiqués par les figures ci-après que nous empruntons à la *Zeitschrift des oesterr. Ingenieur - und Architekten-Vereines*, de Vienne. Ajoutons que les deux réservoirs étaient absolument semblables de forme et de dimensions. Les fondations seules différaient de l'un à l'autre ; en effet, l'un des réservoirs était construit sur pilotis constitués par des traverses en chêne de 24 × 24 centimètres d'équarrissage, qui étaient reliées entre elles au moyen de crampons en fer, tandis que l'autre reposait sur une fondation en maçonnerie de briques. Les murs de fondations avaient, dans ce dernier cas, une épaisseur de 45 centimètres et étaient enfoncés de 1 mètre dans le sol, leur hauteur totale étant de 1m 55 (fig. 1). Ils étaient distants

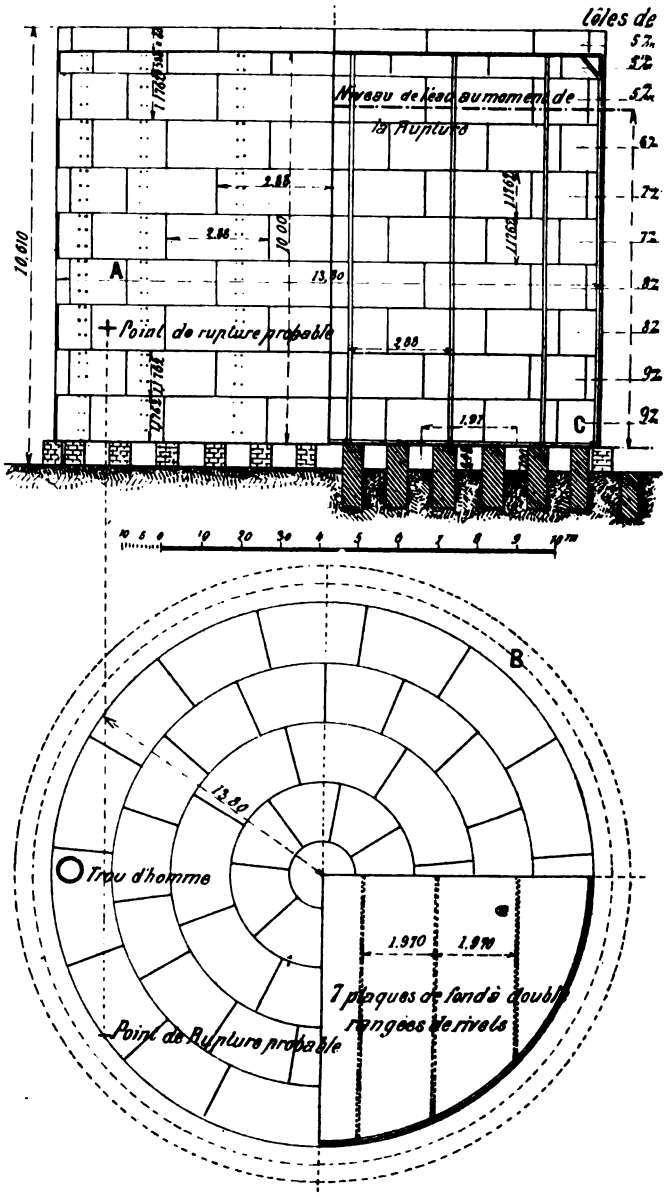


FIG. 1. — Plan et élévation du réservoir avant l'accident.

l'un de l'autre de 5m 35 et étaient en outre disposés parallèlement par rapport aux rangées de rivets de la plaque formant fond ; on a eu soin de faire coïncider ces rangées de rivets, respectivement les joints de tôles, avec les creux entre les murs de fondations, pour permettre de se rendre facilement compte de l'état des rivets.

Les murettes de fondation étaient en outre entourées d'un mur circulaire de 45 centimètres d'épaisseur et de 1m 20 de hauteur, enfoncé totalement dans le sol.

Pour diminuer l'influence de la température de l'air ambiant sur le contenu des réservoirs, ainsi que pour parer aux dangers résultant d'incendies ou de coups de foudre, chaque réservoir était muni d'un couvercle pouvant recevoir une couche d'eau d'une épaisseur de 30 millimètres sur le faîte du couvercle, et de 60 millimètres vers l'anneau extérieur. A cet effet, le couvercle, constitué d'une tôle de 5 millimètres d'épaisseur, était renforcé par une sorte de coupole construite en cornières. La pression verticale, transmise par l'intermédiaire des chevrons sur l'anneau extérieur, était supportée au moyen de 15 bandes verticales de raidissement par les tôles placées en bas du réservoir. Ces supports du couvercle étaient disposés sur la face intérieure du réservoir à des distances égales, sans être reliés avec l'anneau de fond formé de cornières, mais ils étaient simplement rivés sur le pourtour du réservoir à des distances d'environ 390 millimètres pour obtenir une plus grande raideur de la construction. En outre, les réservoirs étaient munis chacun de tuyaux d'amenée et de vidange pour le pétrole et l'eau ; d'un trou d'homme qui servait en même temps pour supprimer les tensions de l'air qui se produisaient

Digitized by Google

lors du remplissage et de la vidange, et qui se continuait au moyen d'un tuyau émergeant de 150 millimètres au-dessus du toit du réservoir. Le métal des tôles du réservoir était du fer fondu Bessemer; la carcasse supportant la construction, était en fer soudé (puddlé).

Du 25 au 26 novembre 1891, les travaux de montage étaient complètement terminés. Les réservoirs furent reliés entre eux au moyen d'un tuyau et soumis à l'épreuve d'étanchéité. Après qu'on eut rempli le réservoir supporté par des pilotis jusqu'à la hauteur de 8 mètres environ, on mata quelques rivets laissant passer l'eau, et on mit en communication les deux réservoirs, par le tuyau dont il vient d'être question, pour égaliser le niveau de l'eau dans les deux réservoirs. Ensuite, on remplit le deuxième réservoir jusqu'à la hauteur de

Fig. 2. — Détail en C.

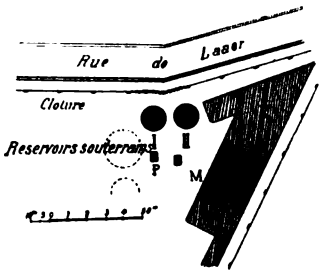


Fig. 3. — Plan général.

8m 50 (fig. 1). Le 27 novembre, à 9 heures du matin, le monteur qui surveillait le remplissage remarqua au point A (fig. 1) un rivet lâche. Au moment où il se disposait à le mater, la rupture se produisit, d'après lui, dans la quatrième virole, à compter par le bas. Le monteur fut saisi par un puissant flot et rejeté à 60 mètres, près de la clôture en bois, vers laquelle furent encore emportées deux autres personnes occupées en ce moment sur l'emplacement des réservoirs; les trois ouvriers n'avaient reçu que des contusions relativement peu graves.

Les figures 3 à 6 donnent une idée de l'effet destructeur produit par l'accident. La clôture en bois fut complètement démolie sur une longueur de plus de 20 mètres; dans une cave K (fig. 3), le mur

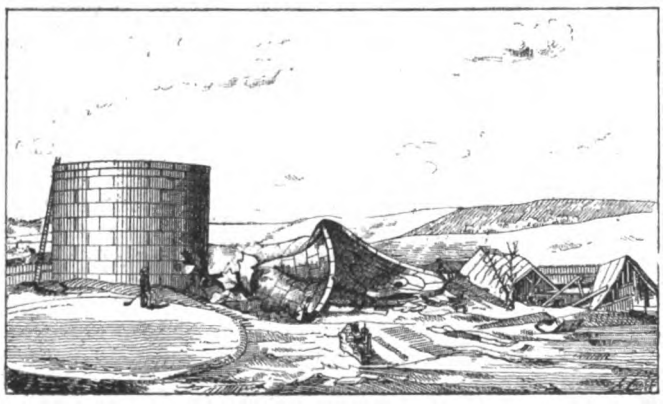


Fig. 4. — État et vue générale après l'accident.

de soutènement fut renversé au point M; le toit fut entièrement détruit et des bois, d'un équarrissage de 15 × 15 centimètres, tout à fait rompus par flambage. Du bâtiment des pompes P et d'un édicule placé à côté, qui étaient tous les deux entourés de murs de pourtour ayant une épaisseur de 30 centimètres, il ne restait qu'un mur par bâtiment, tandis que les briques des autres murs furent tellement emportées, que l'on pouvait à peine distinguer les fondations. En outre, le deuxième réservoir, qui n'était rempli qu'à moitié, reçut deux brèches de 4 mètres de surface totale, d'où s'écoula toute l'eau contenue au-dessus, et les deux masses d'eau ainsi réunies s'épandirent à la distance de 600 mètres de l'endroit où l'accident s'était produit, heureusement sans causer de dégâts importants, pour se jeter dans les grands égouts.

Si l'on recherche les causes de cet accident, on doit nécessairement étudier les trois points suivants : la qualité du métal, le travail auquel il a été soumis et les soins avec lesquels le montage a été opéré. Une tôle, prise dans la virole la plus basse, montre, à l'endroit de la rupture fraîche, tous les signes d'un métal *trop dur* pour le but auquel la construction était destinée; la maison chargée de la construction a prétendu, il est vrai, que des essais de flexion ont donné d'excellents résultats. Il serait intéressant de pouvoir se rendre compte de la qualité du métal, de connaître les résultats des essais à la traction, etc. En outre, sur une pièce de forge entrant dans la construction du réservoir qui s'est rompu le premier, on n'a pu découvrir aucune crique ni aux bords ni à la surface. On ne peut s'empêcher, du reste, de reprocher au montage et aux manipulations auxquelles le métal a été soumis, d'avoir été conduits avec peu de soin; c'est ainsi que les trous de rivets étaient simplement poinçonnés, tandis que le métal grenu et cassant exige que les trous soient alésés. La rupture n'a cependant pas son origine dans le trou du rivet, mais bien sur le bord de la tôle. Les formes des pièces rompues montrent que le métal employé était trop dur; de plus, la rupture n'a pas été due à l'épais-

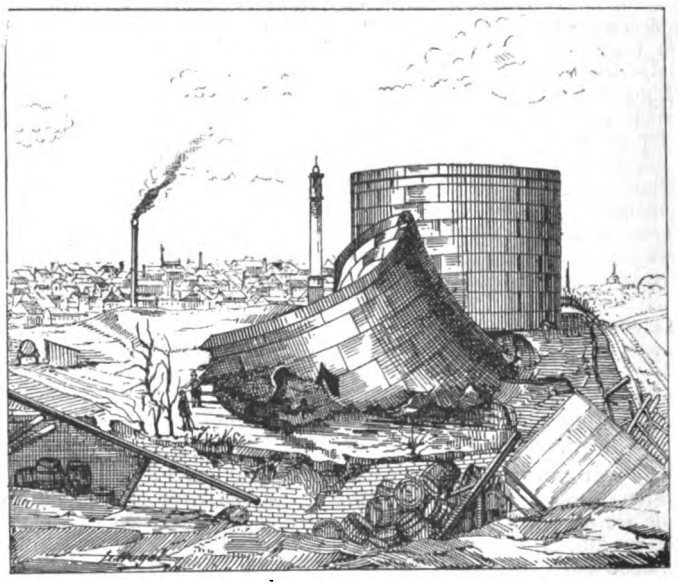


Fig. 5. — Vue prise de la rue Laaer.

seur trop réduite des parois. Le calcul montre que pour une charge de 750 kilogr. par millimètre carré, la virole la plus basse, de 9 millimètres d'épaisseur, pouvait amplement suffire. Mais un défaut très

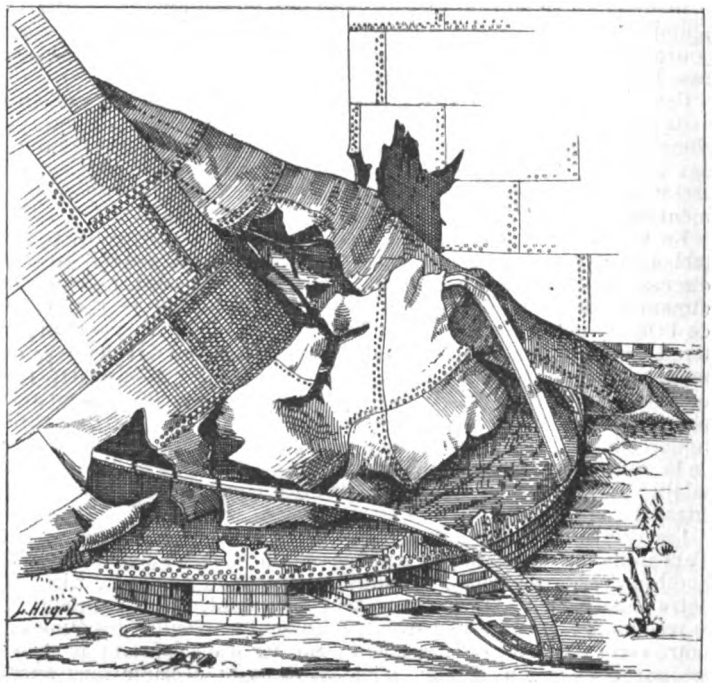


Fig. 6. — Détails du réservoir au point de rupture.

regrettable consiste en ce que l'on n'a pas raidi la paroi haute de 10 mètres. De plus, il est fort possible que, pendant le matage des rivets, on ait pu entamer la paroi saine des réservoirs et produire dans la tôle des tensions supplémentaires, qui ont ainsi pu contribuer, pour une large part, à amener l'accident.

T. C. H.

MINES

HAVEUSE " INGERSOLL-SERGEANT "

Dans toutes les industries, les machines-outils tendent à se substituer à la main-d'œuvre, de plus en plus chère, car, seules, elles permettent de réaliser une production intense et économique.

Mais c'est surtout dans les mines où, faute d'air, de lumière et d'espace, l'homme ne peut développer qu'une partie de ses moyens, que la machine semble devoir s'imposer impérieusement, et en particulier pour l'exécution de certains travaux préparatoires, de l'avancement rapide desquels dépend l'intensité de production de toute l'exploitation. Parmi ces travaux préparatoires, un des plus importants est le havage, sorte de saignée pratiquée sur le front de taille en contre-bas des couches de minerai, de manière à en déterminer la chute dans l'intervalle correspondant, et à en faciliter l'abatage.

Digitized by Google

Cette opération est confiée à des mineurs habiles à manier le pic : dans sa journée, un bon haveur ne peut guère produire une sous-cave de 85 centimètres de profondeur, que sur une largeur de 4 à 5 mètres.

On conçoit que l'on ne puisse employer simultanément, étant donnés les faibles espaces dont on dispose, qu'un nombre restreint de haveurs, pour que ces derniers aient toute la liberté de leurs mouvements.

On a donc pensé à exécuter mécaniquement ce travail à l'aide de machines mues, soit par l'eau en pression, soit par l'air comprimé, soit par l'électricité. Quelques-unes opèrent à l'aide de gouges enlevant la roche par copeaux successifs ; d'autres agissent par l'intermédiaire de roues armées de dents convenables ; enfin, un autre genre de machines manœuvrent directement un outil faisant le même office que le pic du mineur.

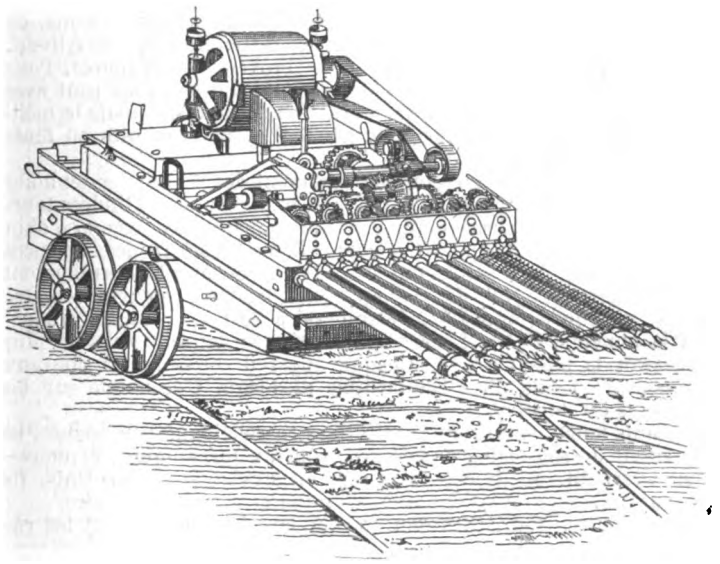


Fig. 1. — Haveuse électrique Herculès.

Un certain nombre de houillères, tant en France qu'à l'étranger, ont expérimenté ces diverses machines : si les unes n'ont eu aucun succès, d'autres, mieux conçues, ont donné des résultats satisfaisants. On leur reproche en général leur trop grand encombrement et leurs mécanismes trop complexes pour l'atmosphère chargée de poussier de charbon, dans laquelle ils s'encrassent très vite, absorbant ainsi un travail passif de plus en plus important. Enfin toutes ces machines nécessitent des voies spéciales, qu'il faut riper au fur et à mesure de l'avancement, sujétion qui atténue une grande partie de leurs avantages.

L'idéal de la haveuse serait donc une machine puissante, présentant un encombrement assez restreint pour pouvoir être utilisée partout sans aucune gêne, dépourvue de tout organe extérieur, engrenages, excentriques, etc., et ne nécessitant aucun accessoire, soit pour s'appuyer sur le sol, soit pour résister au recul.

On a pensé que l'électricité permettrait d'obtenir la solution désirable. La haveuse électrique Herculès (fig. 1), à forets multiples, montés sur un même cadre incliné sur châssis roulant, est cependant bien loin de réaliser cet idéal. Au simple aspect de ce fouillis de mécanismes, on est fixé sur la valeur de cet appareil.

La haveuse Jeffrey (fig. 2), constituée par une barre à dents actionnée par une chaîne sans fin, semble encore bien complexe, en comparaison de la haveuse Van-Depoele (fig. 3), qui présente, elle, le minimum d'encombrement et de poids, et le maximum de simplicité. Le fleuret est mû par un piston en fer doux polarisé périodiquement par le solénoïde qui l'entoure. Nous ne pouvons donner des renseignements précis sur les services pratiques rendus par cet appareil de

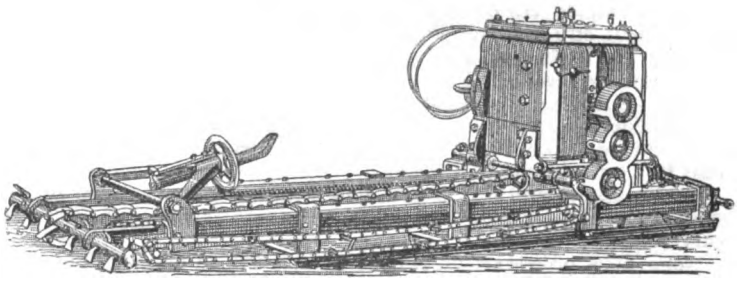


Fig. 2. — Haveuse Jeffrey.

conception toute récente. Il ressemble beaucoup à la haveuse Ingersoll-Sergeant, que nous allons décrire, laquelle est mise en mouvement par l'air comprimé.

Cette machine (fig. 4) se réduit à un cylindre de $2^m 15$ à $2^m 25$ de longueur, actionnant un piston armé de l'outil haveur, à raison de 190 à 250 coups par minute. Tout cet appareil, qui ne s'élève pas à plus de $0^m 40$ au-dessus du sol, se trouve équilibré dans toutes ses positions par le seul jeu d'un écrou. Monté sur deux roues, il repose sur un

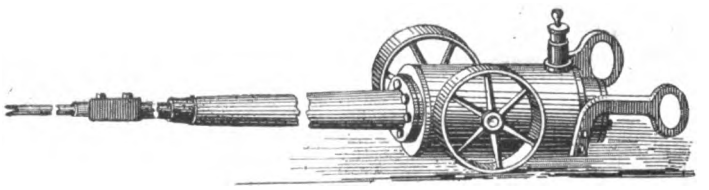


Fig. 3. — Haveuse Van-Depoele.

madrier posé sur le sol de manière à présenter une légère inclinaison ; les moyeux de ces roues sont disposés de manière à protéger l'ouvrier contre le choc en retour du coup frappé.

Il suffit d'un seul ouvrier pour manœuvrer l'appareil en tous les sens, de façon à produire, sans déplacer le madrier, une sous-cave de $1^m 20$ à $1^m 50$ d'amplitude, de 1 mètre à $1^m 50$ de profondeur, de 250 à 450 millimètres d'épaisseur sur le front de taille et de 50 millimètres au fond de cette entaille.

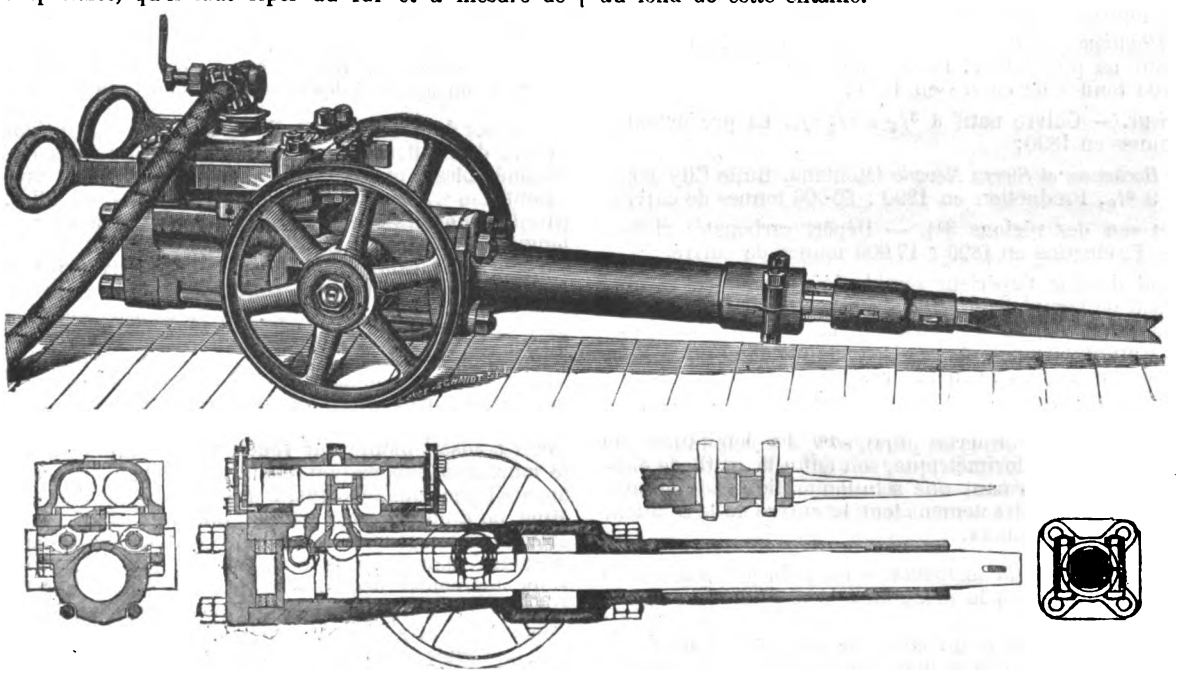


Fig. 4. — Élevation et coupes de la haveuse Ingersoll-Sergeant.

Cet ouvrier peut, à son gré, faire varier la course et la pression, et produire ainsi, soit une pression énergique et prolongée pour obtenir une grande vitesse de pénétration, soit, au contraire, une pression légère et de peu de durée pour pouvoir retirer facilement l'outil, quand il atteint la dernière limite de profondeur.

Un autre avantage de cet appareil est de ne pas nécessiter de trop fortes pressions d'air. Avec 3 kilogr. ou $3^{kil} 5$ de pression seulement, on peut produire le havage sur 25 à 50 mètres d'amplitude dans les conditions de profondeur et d'épaisseur ci-dessus mentionnées, sui-

Digitized by Google

vant l'habileté de l'ouvrier, et principalement selon la dureté de la roche. Ce résultat est atteint en n'employant qu'un seul ouvrier et un manœuvre ayant pour fonction d'enlever les déblais et de préparer les madriers de soutien au fur et à mesure de l'avancement.

On a beaucoup discuté sur les avantages relatifs de l'air comprimé et de l'électricité employés comme agents de la force motrice.

Quand il s'agit de mines de charbon, nous pensons que le doute n'est pas permis, attendu que l'air comprimé, qui existe presque partout, concourt à la ventilation de la mine, tandis que l'électricité crée un danger de plus, dans certains cas d'inflammation du grisou.

En dehors de ces deux points principaux, le moteur à air comprimé peut être combiné d'une façon robuste avec des organes simples, faciles à changer ou à réparer.

La haveuse Ingersoll-Sergeant, à air comprimé, présente d'une façon absolue toutes les qualités désirables en la circonstance de durée et de fonctionnement certain. Très répandue en Amérique, où cependant on ne manque pas d'engouement pour l'électricité, elle commence à être fort estimée en Angleterre.

En France, il faut bien le dire, nous sommes bien en retard sur le nouveau continent pour le matériel mécanique relatif aux mines et carrières.

Nous nous proposons de revenir bientôt sur ce dernier sujet, qui offre un grand intérêt pour notre pays, si riche en carrières de pierre de construction de première qualité, pour l'exploitation desquelles l'emploi de trancheuses perfectionnées permettrait de réaliser des économies considérables sur la main-d'œuvre, et de supprimer en grande partie les déchets.

Pour ne parler que des ardoisières, qui n'a été frappé des montagnes de débris inutilisables qui encombrent ces carrières, et qui sont le fruit de méthodes d'extraction tout à fait barbares.

Nous le répétons en terminant, tout perfectionnement au petit outillage qui donnera à l'ouvrier moins de fatigue et lui permettra d'abattre plus de matière, sera toujours le bienvenu pour le patron ou l'entrepreneur ; l'intérêt est commun. Le devoir de chacun de nous est de signaler à nos collègues tout ce qui peut améliorer le prix de revient et les conditions de travail de l'ouvrier : c'est de l'économie politique bien comprise.

Ernest VLASTO,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉTALLURGIE

MÉTHODES AMÉRICAINES MODERNES DE FUSION des minerais de cuivre (1).

Généralités sur les minerais. — Les minerais de cuivre des Etats-Unis sont principalement la chalcopyrite, l'oxyde noir, le cuivre natif, la cuprite ; il existe aussi, mais en faibles quantités, de la malachite, de l'azurite, de la chalcocite (Ca^2S) et du cuivre gris. Ils sont distribués dans quatre régions principales :

1° *Côte de l'Atlantique.* — Pyrites cuivreuses oxydées à la surface et s'appauvrissant en profondeur. Production importante seulement au Canada : 1 100 tonnes de cuivre en 1884 ;

2° *Lac Supérieur.* — Cuivre natif à $^3/_4$-4 $^1/_2$ %. La production a atteint 50 000 tonnes en 1890 ;

3° *Montagnes Rocheuses et Sierra Nevada* (Montana, Butte City, etc.). — Teneur, 7 à 9 %. Production en 1890 : 60 000 tonnes de cuivre ;

4° *Arijona* (au sud des régions 3°). — Dépôts carbonatés riches, mais mal situés. Production en 1890 : 17 000 tonnes de cuivre.

Seule, la région du Lac Supérieur semble devoir accroître sa production, en raison de l'emploi du cuivre pur en électricité.

Un minerai étant donné, pour l'analyser il faut d'abord en avoir un échantillon convenablement choisi. On emploie dans ce but des appareils automatiques, dont le meilleur semble être le « Brunton Sampler ».

Pour l'analyse, on emploie, soit le cyanure de potassium (méthode simple et commode pour les minerais purs), soit la précipitation par Zn ou Fe, soit la méthode calorimétrique, soit enfin la méthode électrolytique, qui permet, en formant une solution azotique additionnée d'acide sulfurique, de doser exactement tout le cuivre de la solution, sans préjudice des autres métaux.

Grillage des minerais. — 1° *En morceaux.* — Le grillage des minerais doit être précédé d'un cassage à la main ou à la machine (par tonne, $ 0,35 et $ 0,10).

Le grillage en tas est appelé à un abandon prochain. Il demande de la part de l'Ingénieur une très grande habileté, une faute dans le grillage ayant des conséquences dans toute la suite des opérations. Il faut citer cependant un perfectionnement, qui consiste à établir et à allumer deux tas voisins de deux ou trois mètres, et à combler ce vide, les tas étant en feu, avec du minerai frais qui est grillé par le fait même ; d'où économie de place et de combustible. Coût, par tonne de minerais, $ 0,80. Pour la matte, le procédé est encore plus désavantageux ; coût, $ 2,92.

On préfère à ce procédé le grillage en stalles. Le premier établissement ne coûte pas beaucoup plus cher, surtout si l'on construit les murs en briques de scorie cimentées avec de l'argile (Parrot Sr and Cr Cy) ; le procédé est plus rapide, plus sûr ; enfin, l'entraînement des poussières par les eaux pluviales, d'où résulte dans la méthode des tas une perte en cuivre de 30 à 35 %, est supprimé. Coût par tonne, $ 0,54. Coût d'une installation de 56 stalles de 8 pieds sur 6 $^1/_2$, adossées deux à deux, en briques de scories coulées dans des moules de sable, $ 3 303,80. Le procédé n'est pas avantageux pour le grillage des mattes.

Si l'on veut fabriquer de l'acide sulfurique, on peut employer les kilns, ce qui exige pour le minerai une teneur en soufre d'au moins 25 %. On a même quelquefois employé les kilns sans utiliser l'acide sulfureux, pour économiser la place, le temps, et mieux diriger les fumées (Sherbrooke, Québec). La dépense est probablement analogue à celle qui résulte des procédés ci-dessus.

2° *En poudre.* — Le minerai doit être broyé en petits grains, en évitant cependant de produire des poussières trop fines, qui se frittent. Un premier broyage est fait avec le broyeur à mâchoires. Pour achever l'opération, on emploie des appareils divers ; on peut avec avantage employer des broyeurs à mâchoires successifs, mais le meilleur appareil connu est le « Cornish Roll », avec meules en fonte trempée ou en acier.

Pour la calcination, on emploie rarement les types Gerstenhöfer ou Stetefelt, dits fours-puits. On se sert beaucoup des cylindres tournants, dont le plus perfectionné est l'appareil Büntner, composé d'un cylindre horizontal de 8 pieds 6 pouces de diamètre sur 18 pieds 6 pouces de longueur ; le foyer est à l'une des extrémités, et est naturellement fixe. A Anaconda, 156 de ces appareils traitent, en vingt-quatre heures, chacun 8 tonnes $^1/_2$ de minerai à 35 % de soufre, réduisant la teneur à 10 %. L'opération continuée douze heures de plus abaisserait la teneur à 3 %. Chaque appareil consomme 2 chevaux de force et 1 tonne d'un combustible médiocre. L'économie sur les réverbères est de 40 %.

Certains fours, comme le four O'Hara, perfectionné par Spence, se composent de soles superposées avec râteaux mécaniques, à mouvement alternatif. 55 de ces fours sont en service aux Etats-Unis. Ils peuvent traiter par jour 7 tonnes de minerai à 45 % de soufre.

Dans d'autres fours (Brunton, Parke), la sole est mobile et les râteaux fixes. Ce système est peu avantageux.

Lorsqu'on n'utilise pas l'acide sulfureux, le four employé est le réverbère à soles successives d'environ 16 pieds sur 16. On en met trois ou quatre. La construction peut se faire avec des briques ordinaires, mais elle demande beaucoup de soin. Les cheminées sont quelquefois édifiées d'après un procédé nouveau, qui coûte moins de la moitié du prix jusqu'ici considéré comme nécessaire. Ce procédé consiste à creuser seulement un puits de 3 ou 4 pieds de profondeur, pour les fondations, et à le remplir de scories coulées sur place et formant ainsi un bloc inébranlable.

Un four à quatre soles de 16 pieds coûte $ 3 087. Il dure rarement plus de quinze ans.

Prix de revient de la tonne calcinée, $ 1,25.

Un procédé de calcul, plus sûr que les essais de laboratoire, permet de trouver le point où l'on doit s'arrêter dans le grillage du minerai. Ce procédé consiste à supposer que, dans la matte, le cuivre est à l'état de sous-sulfure, le fer à l'état de monosulfure, les trois quarts du plomb, la moitié du zinc et le quart du manganèse étant seuls combinés au soufre et donnant des monosulfures. Par cette supposition, on arrive à des teneurs en soufre que la pratique justifie.

Procédés de fusion. — 1° *Fours à cuve.* — L'ancienne méthode de fusion, dite Allemande, a reçu en Amérique des perfectionnements considérables. On l'emploie surtout dans l'est, avec des minerais tenant 2-6 % de cuivre, et moins de 36 % de silice. Les deux appareils employés sont : le Water-Jacket et le four en briques rectangulaire, dérivé du type Raschette.

Le Water-Jacket, formé d'une double enveloppe tronconique, de section oblongue, avec un petit diamètre au plus égal à 1m 27, est construit en fonte, en tôle de fer, ou en acier doux. La hauteur varie de 6 à 10 pieds. Aux avantages bien connus que présente ce four : rapidité de la fusion, suppression à peu près complète des réductions d'oxyde de fer, commodité du creuset indépendant du four, etc., s'en joignent d'autres, dus aux perfectionnements apportés depuis quelques années, principalement par M. Herreshoff, le « fore-hearth » ou avant-creuset, monté sur roues, vient s'appliquer exactement contre le four, d'où suppression des fuites de vent. On est arrivé, avec ces appareils, en somme petits, à des productions énormes : à Old Globe Mine, on a pu passer, avec des minerais riches et faciles à fondre, 55 tonnes par jour. A Copper Queen, un Water-Jacket de 0m 90 de diamètre (dans le sens du petit axe) passe 45 à 50 tonnes. Il faut alors augmenter beaucoup la quantité d'eau. Il est probable qu'en augmentant les dimensions, on pourra arriver à des capacités quotidiennes de plus de 150 tonnes.

Il faut citer, comme appartenant au même type, le Water-Jacket rectangulaire de Détroit. La matte produite dans ces appareils est riche et pure, à cause de la rapidité de la fusion. L'appareil en fer dure cinq ans.

Les modifications du four en briques ont consisté à l'agrandir beaucoup. Celui d'Orford a une section de 2m 56 sur 5m 30. La conduite est délicate. A cet égard, on a obtenu de bons résultats, à Orford, en coulant seulement dix ou douze heures sur vingt-quatre, laissant la température s'égaliser et les charges stationner le reste du temps.

Coût de la fusion :

Au Water-Jacket, dans l'Est, par tonne saine.		$ 1,88
—	dans l'Arijona —	6,10
Au four d'Orford	—	1,78

(1) *Modern American Methods of Copper Smelting*, by Edward DYER PETERS, J. R.; M. E.; M. D., etc. — *The Scientific Publishing Co*, 27, Park Place, New-York, 1891.

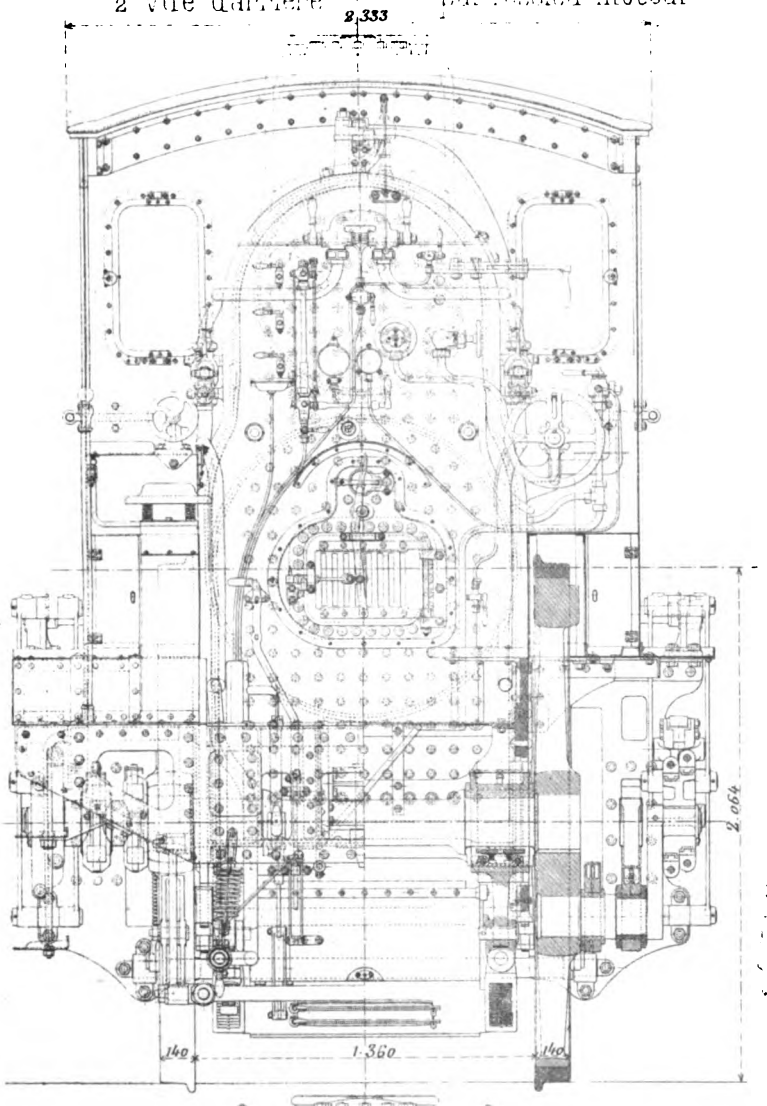
Digitized by Google

Digitized by Google

LOCOMOTIVE MIXTE

Fig. 1.
½ Vue d'arrière

Fig. 2. ½ Vue d'arrière avec coupe par le cœur moteur



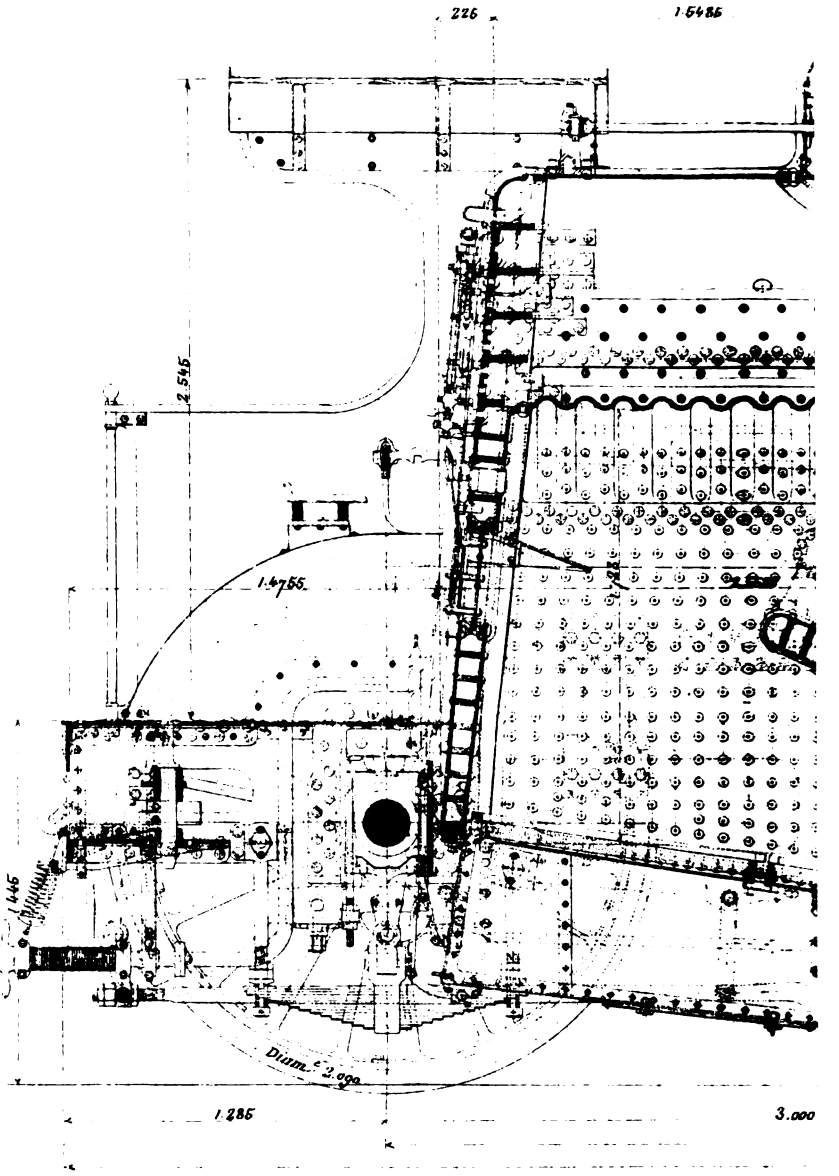


Fig. 6.
½ Coupe par l'avant du foyer

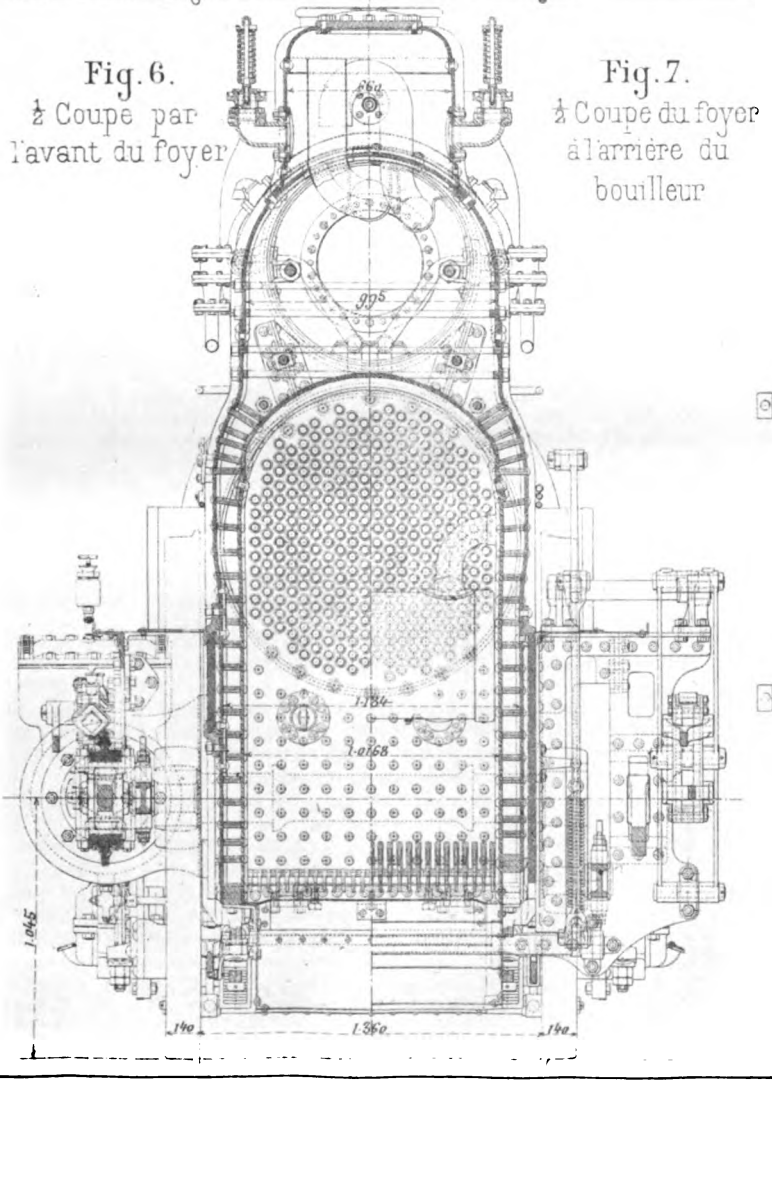
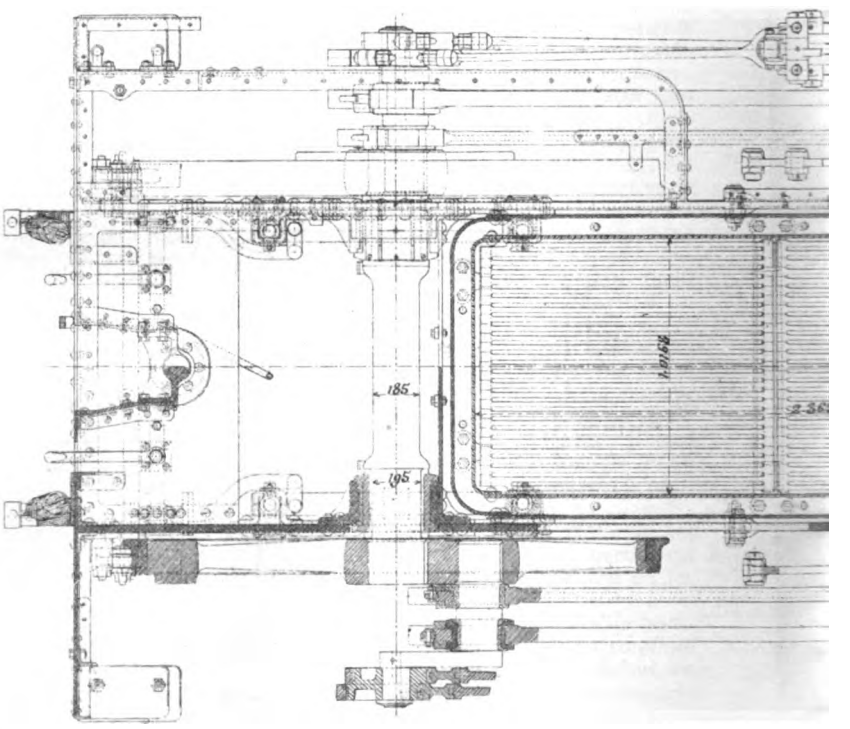


Fig. 7.
½ Coupe du foyer à l'arrière du bouilleur



Digitized by Google

A GRANDE VIT

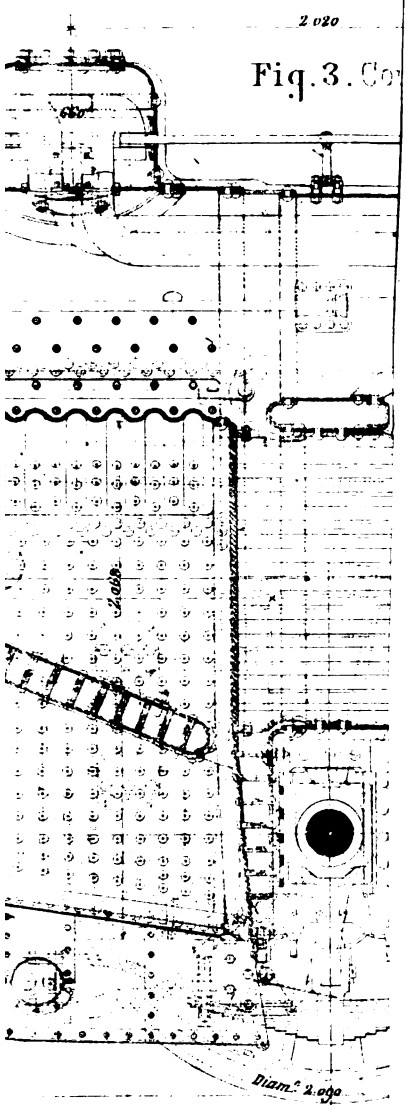
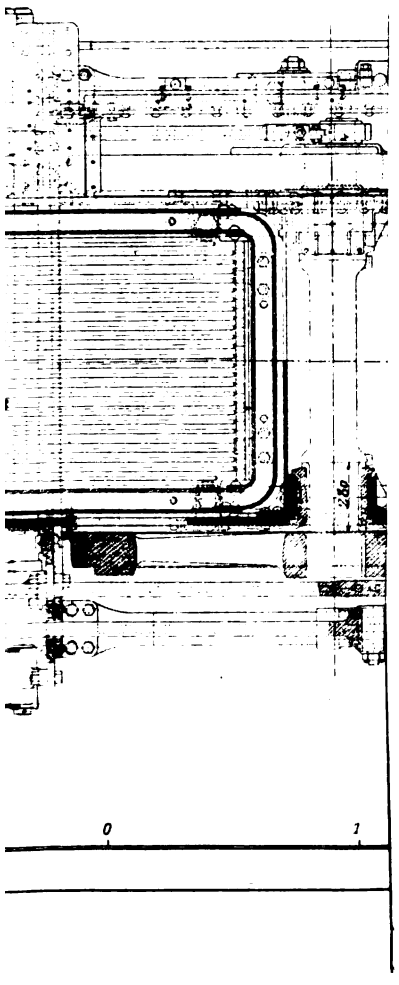


Fig. 3. Co

Fig. 3. Vue en plan du chas



Digitized by Google

LITERARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Digitized by Google

La pression du vent est 8 à 12 onces par pouce carré. On a trouvé qu'il y avait avantage à faire de faibles charges souvent répétées.

Les mêmes appareils servent à la fusion de la matte.

La trop grande abondance de fines nuit à la marche, d'autant plus que le four est plus petit. Aussi a-t-on cherché à agglomérer les fines. A Butte-City, on les agglomère par simple compression à la machine, au prix de $ 0,50 la tonne. Ailleurs, on doit employer une matière liante, qui est presque toujours la chaux éteinte. Il faut signaler aussi la fusion des minerais fins provenant de la mine (à Orford); mélangés à parties égales avec des scories de concentration, ils donnent une matte à 10 % qui est grillée puis ajoutée avec succès aux minerais siliceux.

Les minerais nickelifères de l'Ontario (2 3/4 Ni, 4 à 8 Cu) présentent des difficultés spéciales dans le grillage, et surtout dans la fusion pour matte, la matte produite étant difficile à manier et peu fusible. Pour séparer le nickel du cuivre, on va essayer le Bessemer (Sudburg). Peut-être l'électrolyse donnerait-elle de bons résultats.

2° *Fours à réverbère.* — Le type employé est le même qu'en Angleterre; la construction est analogue. On s'en sert d'ailleurs rarement pour fondre le minerai.

A Anaconda et à Argo, on emploie de très grands fours : la sole présente 4m 20 sur 7m 25. La coulée des scories se fait d'une façon continue par une rigole. En chargeant directement le minerai au sortir du four de calcination, on est parvenu à économiser 15 % sur le temps et 20 % sur le combustible. L'opération pour matte bronze est généralement poussée plus loin qu'en Europe : on va jusqu'à 50 %. Le chargement est fait avec des trémies. On coule une fois par 24 heures. Le four d'Argo passant 30 à 36 tonnes coûte $ 5 778,50.

L'opération pour matte blanche dite « rôtissage » est très rarement pratiquée en Amérique. On fond la matte bronze après grillage.

La fusion pour cuivre noir faite au réverbère varie beaucoup suivant la teneur de la matte et la teneur finale. La scorie est toujours repassée.

Des essais ont été faits pour faire jouer à la sole un rôle chimique. Seul, M. Gilchrist a obtenu de remarquables résultats (1). Il s'agissait d'obtenir du cuivre noir, en portant des « bottoms » à 85 % provenant des minerais arsenicaux et tenant 5 à 7 % d'arsenic. Par l'emploi d'une sole basique, on a obtenu jusqu'à 94 % du cuivre, tandis que sur sole acide, l'opération, longue et difficile, ne donnait que 56 %, le reste du cuivre étant scorifié. Dans l'opération ordinaire pour cuivre noir, si la matte est arsenicale, M. Gilchrist a pu, en employant la sole basique, gagner 40 % sur la durée.

Dans le raffinage au réverbère, qui se pratique comme en Angleterre, on a obtenu de bons résultats en ce qui concerne l'élimination de l'arsenic et de l'antimoine, par l'addition préalable de 3 à 5 % de matte blanche. Mais un procédé plus sûr, dans le cas des minerais arsenicaux et antimonieux, consiste à griller à mort le minerai et à le fondre ensuite avec des pyrites en grande quantité; la matte obtenue est pure.

Coût du raffinage (Arijona) par livre $ 0,2794.

Procédés divers. — Lorsqu'il y a des métaux précieux, on peut employer le procédé Hunt et Douglas. L'or des pyrites peut ainsi être concentré dans les bottoms produits au début d'une fusion oxydante de la matte blanche.

Le procédé Bessemer-Manhès a été installé à la Parrot Sr and Cy. On part d'une matte à 15-40 % et on arrive, en deux opérations, à un cuivre à 99 %. Il est probable qu'en agrandissant les appareils, on pourra augmenter les avantages économiques déjà très sérieux de ce procédé. Actuellement, une installation de convertisseurs pour cuivre noir a pu produire en un jour 25 tonnes de cuivre à 99 %.

Enfin, comme appendice, et bien que ne se rapportant pas aux Etats-Unis, il est bon de citer le procédé de raffinage au gaz employé à Atvidaberg (Suède).

P. Leproux,
Ingénieur au corps des Mines.

(1) *Journal of the Society of Chemical Industry*, janv. 1891.

ÉLECTRICITÉ

TRAITÉ PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ (2)
de M. Félix Lucas.

Le *Traité pratique d'électricité* que vient de publier M. Félix Lucas s'adresse aux Ingénieurs, aujourd'hui très nombreux qui, sans faire de la science électrique leur spécialité, peuvent néanmoins avoir à la connaître et à l'appliquer.

M. Félix Lucas était bien préparé à mener une telle œuvre à bonne fin par la situation qu'il a longtemps occupée à la Direction des phares et par une mission qu'il a remplie depuis, ayant pour objet les applications de l'électricité aux Travaux publics.

Après un exposé souvent original des propriétés du potentiel et des lignes de force, l'auteur traite des mesures électriques (méthodes et instruments).

Vient ensuite l'étude pratique des piles, des accumulateurs et des machines électrostatiques.

(2) *Traité pratique d'électricité, à l'usage des Ingénieurs et des constructeurs*, par Félix Lucas, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur des chemins de fer de l'Etat. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris 1892.

La quatrième partie est consacrée aux machines dynamos génératrices à courants soit continus, soit redressés, soit alternatifs. Le chapitre relatif à l'induit est nouveau et particulièrement utile; les divers modes d'enroulement et de captage des courants et les connexions avec les bagues collectrices sont décrits et illustrés par de nombreux schémas qui donnent une grande lucidité aux explications. M. Félix Lucas a consacré un autre chapitre, très important aussi, à l'étude du circuit magnétique inducteur. Dans les chapitres suivants, l'auteur a décrit les diverses dynamos actuellement en usage, analysé leurs modes d'excitation et de régulation, et donné tous les renseignements numériques pratiquement nécessaires pour construire et mettre en œuvre ces machines.

La cinquième partie a pour objet les canalisations et les distributions électriques, l'étude théorique et pratique des transformateurs, la description et l'étude des machines réceptrices. Dans ce dernier chapitre, M. Lucas a fait figurer les transformateurs à courants continus, ainsi que les compensateurs de tension; nous y trouvons aussi une exposition très claire du principe des moteurs à champ tournant avec courants polyphasés.

Les applications diverses étudiées dans la sixième et dernière partie, comprennent un résumé succinct sur l'éclairage électrique, le transport de la force à distance, la traction électrique et l'électrométallurgie. M. Félix Lucas a décrit de belles expériences relatives à l'incandescence du charbon dans le vide sous des températures excessivement élevées et indiqué les lois empiriques du phénomène.

L'excellente coordination des matières, la grande compétence de l'auteur, la clarté et la concision du style, l'abondance des renseignements pratiques, donnent au Traité d'électricité de M. Félix Lucas, le caractère d'une œuvre très utile aux Ingénieurs.

Maurice Lévy,
de l'Institut.

CHIMIE INDUSTRIELLE

DÉSINFECTION ET BLANCHIMENT DE LA FÉCULE
par l'électricité.

On a souvent dit avec raison que les industries agricoles constituaient le levier le plus puissant pour les progrès de l'agriculture. Parmi ces industries, une de celles qui présentent à l'heure actuelle le plus d'intérêt est celle qui consiste à extraire de la pomme de terre la matière amylacée qui s'y trouve, c'est-à-dire la *Féculerie*.

Ne datant en France que du commencement du siècle, cette industrie a pris, d'année en année, une extension plus considérable et une importance plus grande. Centralisée d'abord dans les Vosges, elle s'est répandue peu à peu dans l'Oise, dans l'Ile-de-France, puis dans la vallée de la Saône et dans celle de la Loire, et enfin en Auvergne, où de nombreuses usines sont aujourd'hui installées.

Cette marche grandissante, en dépit de la concurrence étrangère, s'explique, d'ailleurs, lorsque l'on examine l'importance des industries auxquelles la féculerie fournit la matière première. L'emploi de la fécule dans la préparation des sirops de glucose, son usage dans l'apprêt et la charge des tissus sont de telle importance que la production française actuelle suffirait difficilement à alimenter seule la consommation.

En frappant de droits prohibitifs les fécules étrangères, le nouveau tarif des douanes va donner à l'industrie de la féculerie un nouvel élan. Mais, pour répondre aux besoins de la clientèle, il va être nécessaire à la féculerie non seulement d'agrandir et de multiplier ses usines, mais encore de perfectionner ses procédés de fabrication en les modifiant, comme en Allemagne et en Hollande, selon les données nouvelles de la science. Elle arrivera ainsi à obtenir des produits aussi parfaits, plus parfaits même que les fécules étrangères et elle parviendra aisément à donner satisfaction à tous les desiderata de la clientèle.

En général, le consommateur, qu'il soit fabriquant de glucoses ou apprêteur, réclame dans une fécule certaines qualités dont les principales sont :

La pureté; — la blancheur; — le manque absolu d'odeur; — la siccité.

Est-il possible d'obtenir un produit remplissant ces diverses conditions?

Si l'on étudie avec quelque soin la constitution physiologique et la composition chimique du tubercule producteur de la fécule, on voit que la solution du problème posé est possible, car la nature y forme, en des conditions parfaites de pureté, de blancheur et d'odeur, dans la pomme de terre, le produit que l'on se propose d'en extraire.

En prenant donc pour bases de la fabrication, les renseignements fournis par un semblable examen, en instituant une méthode logique d'extraction, on parviendra sans peine au résultat cherché.

Partant de ce principe, il convient donc d'examiner d'abord le producteur de la fécule, la pomme de terre, et sans entrer dans de grands détails, d'y étudier le mode de formation et de transport de la matière amylacée, d'y rechercher quelles sont les autres matières qui se trouvent à ses côtés dans le tubercule et enfin de déterminer quels sont les moyens les plus économiques et les plus pratiques de les éliminer sans porter atteinte au grain de fécule.

Au point de vue chimique, la fécule est un hydrocarbure, c'est-à-dire un composé d'eau et de charbon ou mieux un corps comprenant 6 parties de carbone, 10 parties d'hydrogène et 5 parties d'oxygène; sa formule est donc $C^6H^{10}O^5$. C'est dans la feuille verte de la pomme

Digitized by Google

de terre qu'elle se constitue en empruntant, à l'air ambiant, sous l'influence de la lumière solaire et par l'intermédiaire de la chlorophylle, ses principes élémentaires. Ce mode de formation explique, dès à présent, que si un plant n'a qu'un maigre feuillage, si le soleil lui fait défaut, les tubercules doivent, à coup sûr, n'y donner qu'un faible rendement en fécule.

Payen, Trecul, Jacquemin et Naegli ont expliqué très complètement le mécanisme de la formation interne de la fécule dans la feuille. Le grain de fécule, d'abord à l'état de noyau infiniment petit, y grossit, par endosmose et intussusception, comme le cristal d'un sel au milieu d'une solution saturée, en empruntant à la chlorophylle, qui elle-même les a tirés de l'air, ses éléments constitutifs, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. Aussitôt formée dans la feuille, la fécule lui est enlevée. Sous l'influence d'un ferment spécial, elle est transformée en un corps soluble qui chemine à travers la tige pour gagner le tubercule. Là, en présence de cellules nouvelles de protoplasma, une sorte de régénération se produit, laquelle rend à la fécule sa forme première, celle d'un grain formé de plusieurs couches d'inégales densités.

Ainsi donc, la feuille, par l'intermédiaire de la chlorophylle, a formé la fécule aux dépens de l'air, et cette formation a constitué l'un de ses phénomènes vitaux; puis, sous l'influence d'actions spéciales, la fécule formée a été envoyée en réserve dans le tubercule où, lors de la germination, à son tour, elle servira à nourrir les jeunes pousses. Cette destination, réglée d'avance par la nature, explique que dans la pomme de terre germée la richesse en fécule soit moindre que dans le tubercule sain, car l'alimentation de la pousse s'y fait à même la fécule en réserve.

Dans le tubercule où elle vient s'accumuler, la fécule, la matière amylacée, est-elle le seul corps que la nature y constitue?

Évidemment non, car le plus élémentaire examen démontre que l'on devra rencontrer dans le tubercule les cellules où le grain de fécule se sera reconstitué, des liquides dissolvants, de la fécule non régénérée, une enveloppe extérieure. L'analyse chimique a permis de savoir quels étaient les différents corps contenus dans la pomme de terre arrivée à l'état de maturité, et on a pris l'habitude de les partager en trois grandes classifications :

La fécule; — le parenchyme; — l'eau de végétation.

Examinons successivement chacune de ces divisions :

1° La fécule, selon M. Trécul, doit être considérée comme composée de deux éléments constitutifs : la *granulose*, matière qui colore la teinture d'iode en bleu et qui se dissout dans le chlorure de chaux à froid ou se solubilise sous l'influence de la salive et des ferments; la *cellulose amylique*, qui se colore en rouge par l'iode et se dissout dans le chlorure de sodium additionné d'acide chlorhydrique. M. Naegli estime à 5,7 °/₀ la quantité de cette dernière matière contenue dans la fécule de pomme de terre.

En dehors de la granulose et de la cellulose amylique, on trouve encore dans le grain de fécule, à sa partie externe, une matière albuminoïde, azotée, encore peu étudiée et qui provient vraisemblablement du chlorophylle constituant. Sa présence est indéniable, puisque de la fécule chauffée avec de la potasse dégage de l'ammoniaque, et c'est à ce corps qu'il faut sans doute attribuer l'odeur vireuse que dégage la matière amylacée sous l'influence de l'acide sulfurique. M. Jacquelin évalue à 2 °/₀ la teneur de cette matière azotée.

2° Le parenchyme, que l'on désigne encore dans l'industrie sous le nom de *pulpe*, est composé par l'ensemble des cellules où le grain de fécule a pris naissance et par la peau qui recouvre la surface extérieure du tubercule.

Comme toutes les cellules végétales dont la structure a été si bien étudiée par MM. Frémy et Urbain, le tissu cellulaire de la pomme de terre est formé par des corps cellulosiques dont les molécules sont unies les unes aux autres par un ciment végétal. A l'analyse, on trouve dans ce tissu, ainsi que dans tous les tissus utriculaires des racines, de la *cellulose* et de la *paracellulose* réunies par un ciment végétal formé de *vasculose*, de *pectose*, de divers *pectates* et de matières albuminoïdes dont les principales sont la *caséine végétale* ou *gluten-caséine*, la *fibrine végétale* ou *gluten-fibrine*, la *gliadine* ou *gélatine végétale*, la *mucédine*. Quant à l'enveloppe extérieure, on y rencontre, en plus de ces corps, de la cutose qui constitue en grande partie cette sorte de vernis qui couvre la pomme de terre.

Ainsi donc, on peut considérer le parenchyme ou pulpe comme formé de :

Cellulose; — paracellulose; — vasculose; — pectose; — pectates; — cutose; — caséine végétale; — fibrine végétale; — gélatine végétale; — mucédine; — corps qui sont tous, à part quelques pectates, insolubles dans l'eau.

3° L'eau de végétation constitue l'élément le plus important du tubercule, car il y entre pour 70 à 75 °/₀ en poids; il en forme aussi le composé le plus complexe, et c'est aux difficultés que présente son isolation que sont dus la plupart des mécomptes éprouvés dans la fabrication de la fécule.

En dehors de l'eau proprement dite, on y trouve des matières albuminoïdes solubles et précipitables par l'acide phosphorique, et qui sont : l'*albumine végétale*, la *légumine*, la *vitelline* et la *myosine*, cette dernière en quantité fort sensible. A ces matière albuminoïdes bien définies viennent encore s'ajouter divers composés amides, de la fécule solubilisée provenant de la feuille et non encore régénérée, des ferments, une gomme particulière un alcaloïde : la solanine, de la dextrine, du sucre, des sels divers, organo-métalliques, métalliques, à base de chaux et d'ammoniaque, des phosphates et enfin des huiles essentielles auxquelles est due l'odeur particulière de la fécule de l'Oise.

Ainsi donc l'eau de végétation contient les corps suivants :

Eau; — albumine végétale; — légumine; — vitelline; — myosine; — solanine; — fécule solubilisée; — gomme; — phosphates; — sels ammoniacaux; — sels calcaires; — huiles essentielles.

D'après les détails précédents, on peut voir que la pomme de terre, où il ne se trouve que 14 °/₀ minimum à 24 °/₀ maximum de fécule, contient une foule de corps étrangers qu'il faut éliminer et dont voici la nomenclature :

Cellulose amylique; — paracellulose; — vasculose; — pectose; — pectates; — cutose; — caséine végétale; — fibrine végétale; — gélatine végétale; — mucédine; — albumine végétale; — légumine; — vitelline; — myosine; — solanine; — gomme; — fécule soluble; — phosphates; — sels ammoniacaux; — sels calcaires; — huiles essentielles.

L'élimination de ces corps, leur séparation de la matière amylacée, constitue la fabrication de la fécule.

Actuellement on peut diviser en deux classes les procédés d'extraction en usage :

1° Extraction de la fécule par voie mécanique sous l'influence de l'eau, méthode généralement employée;

2° Extraction par voie biochimique ou procédé de Wœlker.

Nous allons examiner successivement ces deux procédés, en recherchant quels en sont les inconvénients, de façon à pouvoir expliquer ensuite de quelle façon on peut les éviter au moyen de la méthode électro-chimique due à M. Hermite pour l'extraction de la fécule.

Procédé mécanique. — Pour séparer la pomme de terre de la terre et des pierres adhérentes au tubercule, on la soumet d'abord à un *lavage* soigneux. Puis, sous l'action de râpes ou de broyeurs de différents systèmes agissant sur elle en présence d'un courant d'eau, on la transforme en pâte : c'est le *râpage*.

Cette action mécanique a eu pour résultat de rompre le tissu cellulaire où le grain de fécule se trouve enfermé et de permettre de le séparer ensuite du parenchyme et de l'eau de végétation; cette dernière se diluant dans l'eau de lavage, son isolation est aisée. Pour opérer la séparation du parenchyme, on se base d'abord sur le faible diamètre du grain de fécule (de 35 à 12 micromillitres) comparé aux fragments du tissu cellulaire, puis sur la différence de densités existant entre les corps cellulosiques et la matière amylacée. On fait donc passer la pâte provenant du râpage à travers une série de tamis à mailles de plus en plus fines, qui laissent passer la fécule et retiennent la plus grande partie de la cellulose: cette opération constitue le *tamisage*.

Certaines parties du tissu cellulaire passent cependant à travers les tamis; on les sépare de la fécule à l'aide de nombreux lavages suivis de passages sur des plans inclinés où la fécule plus dense se dépose, tandis que les celluloses plus légères flottent à la surface du liquide. Enfin, on achève souvent l'*épuration* ou *raffinage* en soumettant la fécule recueillie au fond des plans ou fécule verte, à l'action des turbines. Sous l'influence de la force centrifuge, les matières contenues dans la fécule verte se séparent par ordre de densité, les sables et autres produits lourds allant vers l'extérieur, tandis que les débris légers du parenchyme se forment en couche à l'intérieur.

La fécule ainsi raffinée est ensuite soumise au *séchage*.

Si l'on examine le procédé mécanique avec attention, on remarque de suite combien est grande l'importance de l'eau dans son application. C'est elle, en effet, qui doit enlever les pectates, la pectose et tous les principes contenus dans l'eau de végétation.

Pour que cette extraction soit complète, il faut donc qu'elle n'exerce aucune action sur ces différents corps et que, par suite, elle soit chimiquement et physiologiquement aussi pure que possible. Or, cette condition *sine qua non* de bonne fabrication se rencontre rarement, et toutes les eaux employées en féculerie sont plus ou moins calcaires, plus ou moins chargées d'acide carbonique, de principes organiques, de sels divers.

Les inconvénients qui résultent de l'emploi d'eaux semblables sont nombreux. Examinons-en successivement l'action sur les différents corps qu'elles rencontreront dans la pomme de terre et qu'elles doivent enlever.

Sur les corps cellulosiques l'eau calcaire n'agira pas, mais il n'en sera pas de même sur la pectose et sur les pectates, avec lesquels elle formera ou des pectates de chaux insolubles ou des *métapectates de chaux solubles qui, brunissant à la chaleur, altéreront la blancheur de la fécule lors du séchage*. D'autre part, certaines matières albuminoïdes, la fibrine végétale et la mucédine au contact de la chaux, se transforment en corps insolubles, tandis qu'au contact de l'acide carbonique, la myosine, très abondante dans la pomme de terre, et la globuline seront changées en masses gélatineuses. Les huiles essentielles enfin, au contact de la chaux, se transformeront en corps calcaires insolubles et odorants; il deviendra impossible de les séparer de la fécule et ils lui communiqueront une odeur désagréable de poulailler, caractéristique de la fécule de l'Oise.

Il est encore d'autres inconvénients à signaler. L'isolement de la fécule du parenchyme et des matières albuminoïdes ne se fait point immédiatement, et la cellulose qui surnage à la surface des plans inclinés formant avec les matières albuminoïdes et la pectase, *les gras de féculerie*, retient une quantité considérable de fécule. On est obligé, après un temps plus ou moins long, en fin de campagne souvent de retravailler ces *gras*, pour en extraire la matière amylacée qu'ils contiennent. Or, pendant ce temps d'arrêt, ces gras ont subi une série de fermentations qui ont profondément modifié leur composition. En raison de leur teneur en matières pectiques, ils ont subi d'abord une première fermentation analogue à celle observée par Kolb dans le rouissage du lin, la fermentation pectique, où, sous

Digitized by Google

l'influence de la pectase, la pectose se transforme en acide métapectique, lequel décomposant à son tour les sels calcaires de l'eau donne du métapectate de chaux qui, au séchage, se colorant en brun, altère la blancheur de la fécule. Ensuite, sous l'influence des matières albuminoïdes et particulièrement de la caséine végétale, la fermentation lactique se déclare et, ainsi que l'a démontré Fremy, elle s'attaque à la fécule elle-même pour la transformer en acide lactique. Si l'eau est calcaire, il y a formation de lactate de chaux qui ne permet plus d'obtenir de sirop de glucose crystal.

Ces deux fermentations pectique et lactique se produisent d'ailleurs partiellement dans la fécule des plans et son acidité, sa coloration au séchage, son augmentation d'odeur leur sont très souvent dues.

Dans le traitement des *gras* on a essayé de lutter contre ces inconvénients par l'emploi de l'acide sulfurique et du chlorure de chaux liquide, corps qui sont également souvent employés dans le *raffinage* en vue d'obtenir une blancheur plus considérable de la fécule. Cette application de la chimie à la féculerie présente certains dangers. L'acide sulfurique décompose bien les lactate et métapectate de chaux, les corps calcaires, mais il donne en abondance du sulfate de chaux, ce qui gêne dans la préparation du glucose, et il transforme la fécule en dextrine. Le chlorure de chaux n'est pas moins dangereux, car, ainsi que Trecul l'a observé, il a la propriété de dissoudre la *granulose*, c'est-à-dire la partie la plus intéressante de la fécule, sans pour cela altérer visiblement le grain : il s'ensuit que dans une fécule chlorée, la teneur en matière amylacée est fort diminuée.

On voit donc que les défauts du procédé mécanique d'extraction de la fécule sont nombreux : les uns provenant des inconvénients que présente l'emploi d'une eau impure, les autres des phénomènes de fermentation que l'on n'arrête pas.

Procédé chimique. — Peu employé en France, le procédé de Wœlker permet d'obtenir une fécule sans *râpage*. Les tubercules coupés en rondelles et arrosés d'eau chaude sont abandonnés à eux-mêmes pendant huit jours ; au bout de ce temps, ils sont transformés en pâte molle d'où l'on extrait la fécule par tamisage.

Les phénomènes qui se produisent dans le procédé Wœlker sont identiques à ceux qui se passent dans le rouissage du lin et qu'ont étudiés Kolb et Van Tieghem : sous l'influence de la fermentation pectique, le ciment végétal qui lie les cellules se dissout, la pectose se transforme en acide métapectique, les pectactes en métapectates solubles et, sous l'action des amylobactères, la cellulose elle-même est attaquée.

Ce procédé présente sur le procédé mécanique l'avantage de respecter le grain de fécule et d'obtenir ainsi une fécule plus brillante, cette qualité étant en raison directe de la dimension du grain. Quant à ses inconvénients, ils sont ceux qui ont été déjà signalés à propos de la fermentation dans le cas du procédé mécanique : formation de métapectates colorables, de lactates insolubles, de corps odorants, et souvent de destruction partielle de la fécule.

Procédé électrochimique. — De l'examen des procédés actuellement en usage, on peut conclure que, dans l'industrie de la féculerie, la méthode qui donnera la plus complète satisfaction sera celle qui permettra :

1° De supprimer l'inconvénient des eaux calcaires en y précipitant la chaux ;

2° De séparer facilement la fécule du parenchyme et des matières albuminoïdes ;

3° D'empêcher les fermentations pectique et lactique aussi bien dans les *gras* que dans la fécule verte, et de faciliter le travail du *gras* en rendant facile l'extraction de ces résidus, sans l'emploi de l'acide sulfurique, d'une fécule aussi pure que la fécule première ;

4° De détruire les huiles essentielles sans porter atteinte à la matière amylacée, et de supprimer ainsi l'odeur caractéristique de la fécule de l'Oise ;

5° De donner à la fécule une blancheur semblable à celle des féculles hollandaises ou allemandes de la marque BKMF, et cela sans courir les risques que présente l'emploi du chlorure de chaux liquide ;

6° De donner comme *excreta :* 1° des pulpes contenant la plus grande quantité possible de principes azotés ; 2° des eaux non susceptibles de fermentation.

L'application rationnelle du procédé électrochimique Hermitte permet la complète réalisation de ce programme étendu.

Il est fondé sur le principe scientifique suivant : Si l'on fait passer un courant électrique dans une dissolution aqueuse d'un sel, de préférence un chlorure, ce sel est décomposé en même temps que l'eau ; il se forme au pôle positif un composé oxygéné du chlore très instable, doué d'un grand pouvoir d'oxydation et partant de désinfection, et au pôle négatif, un oxyde qui a le pouvoir de précipiter les matières organiques.

Ce principe posé, supposons que nous ayons à traiter une eau très calcaire ; ajoutons-y une faible quantité de chlorure de sodium (sel marin) et soumettons-la à l'électrolyse. Au pôle positif il y aura formation d'un composé oxygéné du chlore, tandis qu'au pôle négatif il y aura formation de soude caustique. Cette soude caustique, réagissant sur les sels calcaires de l'eau, précipitera la chaux en transformant le carbonate de chaux en *chaux* et carbonate de soude, le sulfate de chaux en *chaux* et sulfate de soude, les sels de fer en oxyde *ferreux* et en sels de soude. Par repos, la chaux insoluble se précipitera. Si au chlorure de sodium on a ajouté quelques traces de chlorure d'aluminium, il y aura formation d'alumine gélatineuse, l'un des meilleurs clarifiants connus, qui précipitera rapidement la chaux restée en suspension.

En dehors des sels calcaires, l'eau contient souvent des matières organiques, des germes, des ferments, de l'hydrogène sulfuré et des sulfures, des carbures d'hydrogène. Le composé oxygéné du chlore obtenu au pôle négatif agira puissamment sur ces divers composés et, en leur abandonnant son oxygène, les transformera soit en acide carbonique, soit en acide sulfureux, soit en sulfates.

Ainsi donc, en ajoutant à l'eau destinée à l'extraction de la fécule une faible quantité de sel marin et en l'électrolysant, on peut la débarrasser de ses calcaires, dont on a vu les fâcheux effets, et la charger d'un principe antiseptique très puissant, le composé oxygéné du chlore. Un appareil peut purifier ainsi environ 500 litres d'eau à la minute. Le premier point du programme : « Supprimer l'inconvénient des eaux calcaires en y précipitant la chaux », se trouve donc rempli.

Si l'on examine les matières albuminoïdes contenues dans le parenchyme et dans l'eau de végétation, on voit que l'albumine végétale, la légumine, la globuline, la fibrine végétale, la mucidine, la gélatine végétale, la myosine sont toutes très solubles dans les bases alcalines. Il résulte alors de cette propriété que ces matières, se trouvant en présence d'une eau électrolysée, comme nous l'avons indiqué, et à laquelle on aura ajouté du carbonate de soude, se dissoudront avec facilité. Le pectate de chaux, la pectine, les corps azotés, seront, sous cette même influence, transformés en sels solubles ; enfin, la vasculose oxydée par l'oxygène provenant du composé chloré se changera en acide résineux soluble, lui aussi, dans le carbonate de soude, ainsi que l'a démontré Frémy.

La séparation du parenchyme et des matières albuminoïdes de la fécule sera donc grandement facilitée, et le second point du programme rempli.

En raison même de sa puissance d'oxydation, le composé oxygéné du chlore constitue un antiseptique puissant. Les expériences de Nocard à Alfort, de Puech à Toulouse, ont démontré que l'oxygène naissant, et c'est précisément dans cet état qu'il se trouve dans le composé oxygéné du chlore, avait sur les ferments une action destructive des plus nettes. Les anaérobies ne peuvent vivre dans ce milieu oxygéné et les aérobies sont attaqués dans leur constitution même et détruits par l'oxygène d'une façon identique à celle de l'acide sulfurique sur le corps humain.

Les fermentations pectique et lactique ne peuvent donc pas plus se produire dans une fécule verte ayant été traitée par l'eau électrolysée, que ne se produit la fermentation putride dans les eaux-vannes également électrolysées. Ces fermentations se trouvent empêchées aussi bien dans les gras que dans la fécule verte par l'emploi d'eau électrolysée. Le procédé Hermitte répond donc bien au troisième point du programme et son emploi empêchera la formation des pectates et des lactates de chaux, qui gênent si souvent les fabricants de glucose.

En présence des carbonates alcalins, les huiles essentielles se transforment en corps solubles et inodores ; or, la liqueur électrolytique contient, comme on l'a vu, ces carbonates : ils saponifieront donc ces huiles et en débarrasseront la fécule. Ce procédé de purification des fécules de l'Oise a été depuis longtemps indiqué, mais nous ne savons pas que, dans la pratique, on en ait jamais fait usage. Si l'extraction par les alcalis se trouvait incomplète, l'oxygène provenant du composé oxygéné du chlore agirait sur les huiles en les transformant facilement par oxydation en produits gazeux. La destruction des huiles essentielles et la désodorisation de la fécule, qui constituent le quatrième point du programme, se trouveront donc encore résolues par l'emploi du procédé que nous décrivons.

Le complément consiste à rendre infermentescibles les eaux résiduaires et à fixer dans la pulpe le plus de matières azotées possible. Le composé oxygéné du chlore ayant détruit les ferments, les eaux résiduaires ne seront plus susceptibles de fermenter et elles pourront, sans crainte aucune, être utilisées pour l'irrigation ; d'autre part, les composés azotés ayant été transformés en sels fixes, les chances de perte d'azote seront de beaucoup diminuées.

Reste encore un point important, celui du blanchiment de la fécule. Ce blanchiment, le composé oxygéné du chlore permettra de l'obtenir facilement, car son pouvoir oxydant est en même temps un pouvoir blanchissant très énergique. C'est, non point au chlore, en effet, mais bien à l'oxygène que sont dus les effets blanchissants des divers chlorures ; le composé oxygéné du chlore qui se trouve dans le liquide électrolytique, abandonnant avec une très grande facilité son oxygène, blanchira donc la fécule sans présenter aucun des dangers du chlorure de chaux, qui dissout la granulose. L'application, depuis plusieurs années, au blanchiment de la pâte à papier, des fils et des tissus, du principe même trouvé par M. Hermitte, est un sûr garant de l'action blanchissante de son procédé[1].

Application. — Pour l'application du procédé, des appareils pratiques ont été créés.

La figure 1 représente le type d'électroliseur breveté que l'on emploie.

Cet appareil consiste en une cuve en fonte galvanisée ayant à la partie inférieure un tube perforé d'une quantité de trous et muni d'un robinet en zinc. C'est par ce tube que la matière à désinfecter additionnée d'un chlorure entre dans l'électrolyseur. Le haut de la boîte, en fonte galvanisée, est muni d'un rebord formant canal ; le liquide déborde dans ce canal et s'en va par un tuyau. On obtient ainsi une circulation continuelle.

Les électrodes négatives sont formées par un certain nombre de disques en zinc montés sur deux arbres qui tournent lentement.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVIII, n° 7, p. 102 et n° 12, p. 191.

Digitized by Google

Entre chaque paire de disques en zinc, sont placées les électrodes positives (fig. 2), dont la surface active est constituée par de la toile de platine maintenue par un cadre en ébonite, qui donne la raideur nécessaire. La partie supérieure des toiles de platine est soudée à une pièce de plomb et parfaitement isolée. Chaque cadre ou électrode positive communique par la pièce de plomb à une barre de cuivre qui traverse l'électrolyseur; le contact est fait au moyen d'un écrou, et chaque électrode peut être enlevée en marche, sans gêner le bon fonctionnement de l'appareil. Cette barre de cuivre, à laquelle sont fixées les électrodes positives, est en communication avec le pôle positif de la dynamo. Le courant est distribué dans toutes les électrodes

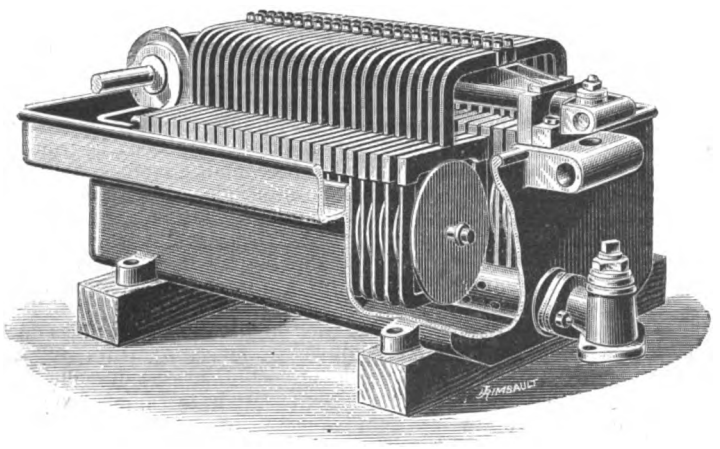


Fig. 1. — Électrolyseur Hermitte.

de platine, d'où il passe, en traversant le liquide, aux disques de zinc formant électrodes négatives, et communiquant par la boîte en fonte avec le pôle négatif de la dynamo. Afin de maintenir les électrodes négatives parfaitement propres, des couteaux flexibles en ébonite sont placés sur les plaques positives; ces couteaux pressent contre les disques en zinc, et, comme ces disques tournent lentement, tout dépôt se trouve détaché. A la partie inférieure de la boîte en fonte se trouve une porte que l'on peut ouvrir pour le nettoyage; un robinet permet de vider l'appareil quand c'est nécessaire.

Quand on emploie plusieurs électrolyseurs, on les monte en tension, c'est-à-dire que l'on fait communiquer le pôle positif du premier avec le pôle négatif du second, et ainsi de suite.

On fait généralement passer dans les électrolyseurs un courant électrique de 300 à 1 200 ampères, selon les types. Des instruments de mesure robustes et simples, placés dans le circuit, permettent à chaque instant de se rendre compte de la bonne marche et de la force absorbée.

Les électrolyseurs ne demandent aucun entretien spécial; environ tous les mois, on ouvre la porte du fond et on lave l'appareil avec de l'eau, au moyen d'un tuyau de caoutchouc, et cela sans rien démonter; l'usure des électrodes est pour ainsi dire nulle. Les conducteurs qui relient les électrolyseurs et amènent le courant de la dynamo sont des barres de cuivre pur du commerce; la section de ces barres varie suivant la distance de la dynamo des électrolyseurs.

Il y a toujours intérêt à placer les électrolyseurs le plus près possible de la dynamo.

La figure 3 représente un appareil complet. Sur le même bâti se trouvent la dynamo, l'électrolyseur et la pompe. Il suffit de placer le tuyau d'aspiration de la pompe dans le liquide additionné d'un chlorure, et de commander la dynamo par une force quelconque, pour mettre tout l'appareil en marche et obtenir la purification de l'eau, tout en la chargeant de composé oxygène du chlore et de carbonate alcalin.

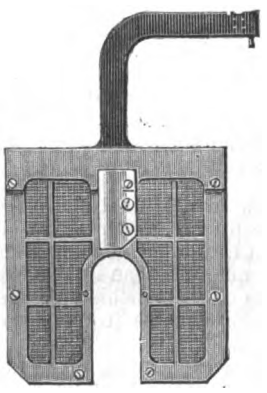


Fig. 2. — Électrode.

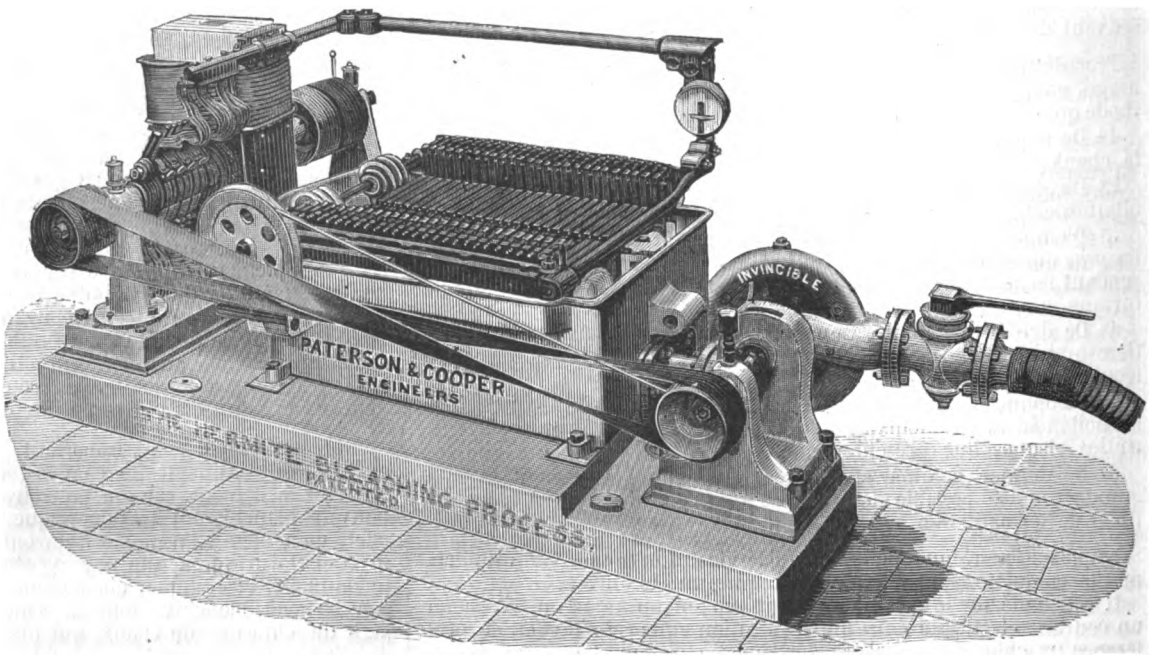


Fig. 3. — Appareil complet.

Dans la fabrication de la fécule, l'application du procédé Hermitte se fait de la façon suivante :

Purification de l'eau. — On ajoute à l'eau une faible quantité de sel marin et on la fait passer par l'électrolyseur : de la soude est mise en liberté et elle précipite la chaux des sels calcaires. Après un laps de temps de repos suffisant, l'eau sort des bassins parfaitement purifiée. Si l'on désire agir rapidement, on peut ajouter au sel marin un peu de chlorure d'aluminium, lequel, dans l'opération précédente, donne de l'alumine gélatineuse, qui constitue un excellent clarifiant.

Traitement de la fécule. — En employant de l'eau purifiée et additionnée d'une faible quantité d'alcalins, de préférence du carbonate de soude, le lavage, le râpage et le tamisage de la pomme de terre sont conservés sans modification. Le carbonate de soude facilite les opérations en solubilisant les matières albuminoïdes, les pectates et les huiles essentielles. La méthode électrolytique a son action principale dans le raffinage ou opération de la fécule. Dans cette opération on se sert d'eau additionnée de chlorure de sodium et de chlorure de magnésium. On y ajoute également une certaine quantité de magnésie gélatineuse obtenue par le traitement du chlorure de magnésie par la soude caustique. On sait qu'en présence du courant, le chlorure de magnésium et l'eau se trouvent décomposés et forment, par l'union du chlore, du chlorure et de l'oxygène de l'eau, un composé oxygéné du chlore instable et partant doué d'un grand pouvoir oxydant.

L'hydrogène et le magnésium mis en liberté vont au pôle négatif, mais ce dernier décompose l'eau et forme de la magnésie, tandis que l'hydrogène est mis en liberté. Si on introduit dans un semblable liquide des corps oxydables, comme ceux que contient la fécule, l'oxygène se combine avec eux pour former des composés gazeux, tandis que le chlore se réunit à l'hydrogène pour faire de l'acide chlorhydrique qui, se trouvant en présence de magnésie, se combine avec elle pour reformer le *chlorure de magnésium primitif*. On a donc un cycle complet de réactions qui se produisent aussi longtemps que le courant électrique agit sur la solution en présence de matières oxydables; ce cycle, qui est parfait, se compose de quatre éléments : le courant électrique, le chlorure de magnésium, l'eau et la matière oxydable.

Deux de ses éléments seulement servent à détruire la matière oxydable, le courant électrique et l'eau; il y a un simple déplacement de molécules et le chlore agit comme véhicule pour transporter l'oxygène naissant sur la matière oxydable.

Dans le traitement des fécules on peut agir de deux façons, soit directement, soit indirectement:

Procédé direct. — A l'eau employée dans les bacs raffineurs, on ajoute en quantité suffisante du sel marin, du chlorure de magnésium et de la magnésie gélatineuse, puis après agitation et mélange intime avec la fécule venant du tamisage, on fait passer cette eau féculente à travers l'électrolyseur avant de l'envoyer aux plans de dépôt. Le courant, sans action sur la fécule, décompose le chlorure de magnésium et donne naissance au composé chloré dont nous avons exposé l'action plus haut.

Envoyée sur les plans au sortir de l'électrolyseur, la fécule se dépose rapidement, le mouvement brownien qui ralentit souvent son dépôt se trouvant détruit par l'électrolyse et les gras sont transformés en une sorte de chapeau assez semblable aux écumes de défécation et qui ne retient que fort peu de fécule.

Digitized by Google

Les eaux, au lieu d'être envoyées à la fosse aux pulpes, sont soigneusement recueillies, car elles contiennent la même teneur en chlorures régénérés et, par suite, sont aptes à un nouveau travail d'électrolysation. On leur ajoute un peu de soude qui, en déterminant la formation de magnésie gélatineuse, permet d'en obtenir la rapide clarification.

Procédé indirect. — Il consiste à préparer à part une solution électrolytique, puis à l'employer soit dans des bacs, raffineurs, soit dans les turbines, par clairçage. Quel que soit le procédé employé avant le séchage, il est nécessaire de donner à la fécule un dernier lavage contenant soit de l'ammoniaque, soit de l'hyposulfite de soude. Ce lavage avec de l'eau a pour but de neutraliser toutes les traces de chlorure qui pourraient se trouver dans la fécule, avant le séchage.

Traitement des gras. — Si les gras proviennent de fécules préparées par le procédé électrolytique, étant stérilisés et par suite réfractaires à la fermentation, on peut, sans crainte de modifications, les traiter en fin de campagne. On procède avec eux comme à l'ordinaire, mais en remplaçant l'eau par une solution électrolysée ou en les faisant passer par l'électrolyseur, après addition convenable de chlorure de magnésium.

Si les gras proviennent de fécules traitées par le procédé habituel, il est bon de les soumettre d'abord à un lavage à l'eau chargée de carbonate de soude, qui dissoudra les lactate et pectate calcaires formés ; puis, après ce premier lavage, on les soumettra au procédé électrolytique, soit directement, soit indirectement. Toutefois, il est à remarquer que le traitement direct donne des résultats très supérieurs.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

RÉVISION DU TARIF DES DOUANES (1)

Discussion du projet de loi au Sénat. — Les divers articles du projet de loi concernant le nouveau tarif des douanes ont été discutés au Sénat, dans les séances du 26 novembre au 17 décembre 1891. Les dispositions votées par lui sont, dans leur ensemble, peu différentes de celles qui ont été adoptées par la Chambre des Députés. Nous indiquerons plus particulièrement, dans ce qui va suivre, les points sur lesquels il y a eu divergence.

I. **Matières animales** (nos 1 à 67 du tarif) (2). — Rapporteurs : *MM. Sébline, Loubet, Trarieux, Claeysat, Huguet.*

Animaux vivants. — Le Sénat a adopté les mêmes taxes que celles votées par la Chambre, sauf en ce qui concerne les viandes salées de porc, dont les droits ont été portés de 20 à 25 francs par 100 kilogr. Seulement il a mentionné tous ces articles uniquement au tarif général, alors que la Chambre avait appliqué le tarif différentiel aux viandes ayant subi les opérations industrielles du salage, du fumage, et de la transformation en charcuterie, aux extraits et aux conserves de viandes, en n'excluant du tarif minimum que les grands produits agricoles, céréales et bétail.

Peaux et pelleteries. — Le Sénat a admis la franchise, aux deux tarifs, pour les peaux brutes, fraîches ou sèches, et les pelleteries brutes, comme l'avait fait la Chambre. Un amendement de M. de Lareinty, tendant à les frapper d'une taxe de 10 francs et de 5 francs, a été repoussé, ainsi qu'un autre amendement de M. Le Breton tendant à ne mentionner l'exemption qu'au tarif général.

Soies. — La question des soies est l'une de celles qui ont donné lieu aux discussions les plus vives et les plus approfondies, et on peut dire que sa solution a été le trait caractéristique de l'esprit de conciliation qui a dominé la majorité de la Chambre des Députés dans plusieurs de ses votes.

Le Sénat a ratifié les décisions de la Chambre et repoussé un amendement présenté par M. le colonel Meinadier, qui n'était que la reproduction de celui discuté à la Chambre et rejeté par elle.

Graisses animales, suifs, saindoux, margarine, œufs, cire, miel, lait, beurre et fromage. — Pour les produits désignés par ces articles, le Sénat n'a apporté que deux modifications. En ce qui concerne les dégras, les chiffres votés par la Chambre ont été vivement critiqués par les corroyeurs qui les emploient dans leur industrie, et même par les chamoisiers, fabricants de dégras. Ceux-ci craignent que les taxes n'amènent des représailles, qui entraveraient nos exportations qui sont de quinze fois supérieures aux importations. Le Sénat a fait droit à ces réclamations en abaissant à 7 et 6 francs les droits de 13 et 10 francs votés par la Chambre. La seconde modification est relative à un changement de rédaction dans la disposition qui permet aux riverains des frontières d'importer, sans payer de droits, du lait pour leur consommation journalière.

Les autres articles ont été votés sans modifications sensibles.

II. **Matières végétales** (nos 68 à 174 du tarif) (3). — Rapporteurs : *MM. Gouin, Griffe, Malézieux, Isaac, Trarieux, Hugot, Garrisson.*

Farineux alimentaires. — Le Sénat a apporté, pour ces articles quelques modifications aux textes votés par la Chambre.

D'abord en ce qui concerne les farines (n° 68), la Commission des douanes du Sénat a reçu de nombreuses et vives réclamations de la part des Chambres syndicales de la meunerie qui demandaient que le droit de 8 francs fût porté à 10 francs. D'après les pétitionnaires, il n'y avait pas une corrélation exacte entre la taxe sur le blé et le droit sur la farine, si l'on remarque qu'il faut 200 à 250 kilogr. de blé pour faire un quintal de farine, au blutage de 50 ou de 40 % et si l'on tient compte également de la différence des prix de transport lorsqu'il s'agit de 100 kilogr. de farine au lieu de 200 ou 250 kilogr. de blé.

Faisant droit à ces observations, le Sénat, d'accord avec le Gouvernement, a taxé à 8 francs les farines au taux d'extraction de 70 % et au-dessus, à 10 francs les farines au taux d'extraction entre 70 % et 60 %, et à 12 francs les farines au taux d'extraction de 60 % et au-dessous.

Sur la réclamation des brasseurs, les droits sur le malt ont été abaissés de 5 francs à 4 francs.

Fruits et graines. — La question des graines oléagineuses est l'une des plus importantes de celles sur lesquelles il y a divergences de vues entre la Chambre et le Sénat (1).

La Chambre des députés, contrairement à l'avis de sa Commission, avait voté des droits de 3 francs (tarif minimum) et 4 francs (tarif maximum) sur les graines de colza, de navette, d'œillette, et l'exemption sur les autres graines.

La Commission du Sénat a pensé qu'il n'y avait, au contraire, pas à hésiter à encourager, par les droits de douane, la culture des plantes oléagineuses, alors qu'on accorde protection et encouragement à toutes les industries, à tous les autres genres de culture. L'exemple de la laine et de la soie, qui sont exemptées, n'est pas à invoquer, car ces matières sont destinées à nos industries les plus importantes, qui exportent la meilleure partie de leurs produits, dont la valeur se compte par centaines de millions, tandis que les industries dont les oléagineuses sont la matière première n'ont que des exportations insignifiantes. En outre, la laine est indirectement protégée par les droits qui frappent les moutons, les cuirs, par ceux qui portent sur le bétail ; quant à la soie, on lui vient en aide au moyen des primes. Pour ces divers motifs, la Commission proposait sur les graines oléagineuses des taxes variant entre 2 francs et 18 francs par 100 kilogr., sauf en ce qui concerne les graines de coprah, touloucouna, palmiste, mowra, illipès, ricin et pulghère, pour lesquelles l'exemption était maintenue.

Les conclusions de la Commission ont été combattues au nom du Gouvernement par MM. Develle, Ministre de l'Agriculture, et J. Roche, Ministre du Commerce et de l'Industrie, qui ont soutenu les dispositions de la Chambre.

Après un discours de M. Challemel-Lacour en faveur de l'industrie marseillaise, qui serait gravement atteinte par les droits sur les graines oléagineuses, et une réplique de MM. Dépres, Bocher et Dauphin, rapporteur général, les propositions de la Commission ont été repoussées par 129 voix contre 127. (Séance du 1er décembre).

Un amendement de M. Richard Waddington, établissant sur ces graines des droits inférieurs à ceux proposés par la Commission du Sénat, est ensuite renvoyé à l'examen de la Commission. Cet amendement, d'après son auteur, comportait toutes les concessions raisonnables et possibles aux intérêts du groupe marseillais, en lui accordant l'exemption des oléagineux qui servent aux huiles concrètes.

A la séance du lendemain (3 décembre), le Sénat a adopté l'amendement de M. Waddington par 139 voix contre 121.

Huiles et sucres végétaux. — Les droits sur les huiles ont été surélevés pour les mettre en rapport avec les taxes sur les graines oléagineuses qui venaient d'être votées.

III. **Matières minérales** (nos 175 à 233) (2). — Rapporteurs : *MM. Gailly, Brossard et Lesueur.*

Pour les produits de ces catégories, le Sénat a ratifié, sur presque tous les points, les décisions de la Chambre.

Relativement aux pétroles, la Commission du Sénat a admis le chiffre de 18 francs par 100 kilogr. sur les pétroles bruts (3), mais elle a porté de 5 francs à 6 francs l'écart entre le pétrole brut et le pétrole raffiné, soit une taxe de 24 francs pour celui-ci. Par 129 voix contre 121, le Sénat a ratifié les propositions de sa Commission, contrairement à l'avis du Gouvernement, qui demandait un écart de 5 francs seulement, et après avoir repoussé un amendement de M. Waddington élevant l'écart à 7 francs.

Le tarif relatif aux marbres a été remanié complètement, non seulement en ce qui concerne les taux, mais aussi en ce qui concerne la classification. Ces différences ayant surtout pour but d'accentuer, d'améliorer la nomenclature, nous ne nous y arrêterons point.

Les autres changements sont moins importants et ils s'appliquent à quelques articles d'un ordre secondaire.

IV. **Fabrications** (nos 234 à 657) (4). — Rapporteurs : *MM. Lesueur, Decauville, Sébline, Dauphin, Cordier, J. Ferry, Loubet, Trarieux, Tolain, Guyot-Lavaline, F. Chauveau, Cochery.*

Pour les nombreux produits désignés dans ces articles, il n'a été apporté aux décisions de la Chambre que des modifications de détails de peu d'importance, sauf en ce qui concerne les fils de coton.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 14, p. 309 ; n° 15, p. 331 ; n° 20, p. 411 ; n° 21, p. 430 ; n° 22, p. 445 ; n° 26, p. 502 ; tome XVIII, n° 8, p. 120 ; n° 9, p. 139 ; tome XIX, n° 1, p. 13 ; n° 3, p. 47 ; n° 4, p. 65 ; n° 5, p. 77 ; n° 6, p. 93 ; n° 7, p. 112 ; n° 8, p. 129 ; n° 10, p. 159 ; n° 11, p. 178 ; n° 13, p. 213 ; n° 14, p. 228 ; n° 15, p. 242 ; n° 16, p. 263 ; n° 19, p. 312 ; n° 21, p. 340 ; n° 23, p. 378 ; tome XX, n° 3, p. 43 ; n° 7, p. 116.

(2) Séances du Sénat des 26, 27, 28 et 30 novembre 1891. Voir la discussion à la Chambre des Députés, *Génie Civil* tome XIX, n° 5, p. 77 ; n° 8, p. 129 ; n° 10, p. 159.

(3) Séances des 28, 30 novembre, 1, 3, 4, 5, 7 et 8 décembre 1891. Voir *Génie Civil*, tome XIX, n° 10, p. 159 ; n° 11, p. 178.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 3, p. 43.

(2) Séances du Sénat des 7 et 8 décembre 1891. Voir le *Génie Civil* du 25 juillet 1891.

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 5, p. 79.

(4) Séances des 8, 10, 11, 12, 14 et 16 décembre 1891. — Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 14, p. 228 ; n° 15, p. 242, et n° 16, p. 263.

Digitized by Google

Après avoir voté les droits sur les fils de coton que proposaient la Commission et le Gouvernement, la Chambre des députés ayant admis le principe de l'admission temporaire, sur la demande du Gouvernement, l'ensemble de l'article fut rejeté et l'on a admis pour le tarif minimum les chiffres du tarif conventionnel actuel, qui ont été majorés de 30 °/₀ pour le tarif maximum.

Les industries qui sont intéressées ont ici une grande puissance; il y a lutte entre la filature de coton et les industries du tissage qui emploient le coton pour faire des étoffes mélangées et certains tissus spéciaux. La filature de coton n'a cessé de réclamer, depuis 1860, une majoration sur les fils de coton, tandis que le tissage, industrie d'exportation, demandait la liberté absolue pour sa matière première. Comment concilier ces intérêts opposés ?

L'admission temporaire ayant été repoussée par la Chambre, il n'y avait pas à revenir sur ce point. Le drawback est impossible : les analyses chimiques et les formalités nombreuses qu'il exige feraient perdre trop de temps à l'administration et aux intéressés. Il fallait trouver autre chose, et la Commission, ne voulant sacrifier aucune des industries en présence, a proposé le remboursement partiel des droits représentés par les quantités de coton employées dans la fabrication des étoffes mélangées : rubans, dentelles, etc. Avec ce procédé, plus de difficultés pratiques, plus de pertes de temps. Le calcul est très simple, très rapide, très sûr et on pourra établir d'un trait de plume quel est le droit sur lequel il faut calculer pour faire le remboursement.

Ainsi pour appliquer le calcul à une situation actuelle, voici des fabricants d'étoffes mélangées de Lyon, de rubans de Saint-Etienne, de dentelles de Calais, Caudry, de tissus de Rouanne, qui exportent des produits ayant à réclamer le bénéfice de la nouvelle disposition, de cette sorte d'admission temporaire ou de drawback; avec le système nouveau, la situation de ces industries sera la suivante :

Raisonnons dans l'hypothèse où les fils sont du n° 28. Actuellement, ces industries supportent sur leurs produits un droit de douane de 20 francs; par suite, pour 100 kilogr. de filés de coton n° 28 figurant dans une étoffe exportée, le fabricant supporte un impôt de 20 francs.

Avec les tarifs nouveaux, que devient l'impôt? Il ne reste pas 20 francs, il devient 28 francs. Donc majoration, et c'est là que la filature de coton trouve la sauvegarde des intérêts qu'elle représente. Mais le tissage? Puisque aujourd'hui il ne peut pas supporter le droit de 20 francs et qu'il réclame un abaissement de droit qu'il n'obtient pas et qu'il n'a jamais obtenu, puisqu'il réclame une admission temporaire qu'il n'obtient pas et qu'il n'a jamais obtenue, puisqu'il demande la liberté d'entrée de ses fils, qu'il n'obtient pas et qu'il n'obtiendra jamais : le tissage qui ne peut pas supporter 20 francs de droit, ne peut pas, à plus forte raison, supporter l'impôt de 28 francs.

Et alors que fait-on? On restitue 60 °/₀ des 28 francs d'impôt par 100 kilogr. de filé de coton, c'est-à-dire qu'on restitue 16 fr. 80. Et que supporte en définitive, l'étoffe exportée? Elle supporte 11 fr. 20, au lieu de 20 francs comme aujourd'hui. Pour les industries textiles intéressées, le résultat pratique est donc celui-ci : là où, actuellement, elles supportent 20 francs d'impôt, elles n'en supporteront plus à l'avenir que 11 fr. 20. C'est donc, pour ces industries, non pas la libre entrée de leurs matières premières, filés de coton, ainsi qu'elles le réclament, non pas l'admission temporaire, mais un dégrèvement qui équivaut à 8 fr. 80 sur 20 francs, soit un dégrèvement de 44 °/₀ de l'impôt actuel.

Ce calcul du remboursement se fait sur l'étoffe sans que la douane ait recours à tout l'ensemble de formalités que nécessitait l'ancien système du drawback.

Le remboursement sera calculé sur la base du tarif minimum.

Après une longue discussion à laquelle ont pris part MM. J. Ferry, Dauphin, Tirard, J. Roche (Ministre du Commerce et de l'Industrie), Reymond, Buffet, Trarieux, R. Waddington et Sébline, le Sénat a adopté, par 170 voix contre 61, les taxes proposées par la Commission et les dispositions relatives au remboursement, qui sont ainsi conçues :

« 1° Le régime de l'admission temporaire est supprimé pour les fils de coton.

» Les droits perçus temporairement à l'entrée des fils de coton destinés à la fabrication des tissus mélangés en soie et coton, des tissus de coton teints en fil, des tresses, lacets, mousselines, tulles, dentelles et guipures en coton pur ou mélangé de soie, seront partiellement remboursées à forfait, lors de l'exportation, dans les conditions suivantes :

» L'exportateur déclarera le poids du coton de chaque numéro de fil simple ou retors entrant dans le tissu. Le remboursement partiel du droit portera sur le 60 °/₀ des perceptions de douane correspondant aux quantités de coton exportées.

» Le remboursement partiel des droits sur les fils des numéros :

1 à 49 sera fait d'après le droit d'entrée du fil. . . .	n° 26
50 à 99.	— 76
100 à 149.	— 126
150 et au-dessus	— 171

» Le bénéfice du remboursement partiel des droits sera appliqué uniquement aux tissus désignés dans les catégories ci-dessus, contenant au moins 50 °/₀ de coton en poids. Toutefois, les rubans mélangés de soie et de coton, les rubans de velours et de peluche, et les tissus mélangés de soie ou de bourre de soie et de coton, contenant plus de 25 °/₀ de coton en poids, seront admis à jouir du bénéfice de ce remboursement.

» Il sera alloué pour les dentelles, tulles et mousselines, une majoration dont le chiffre, qui ne pourra en aucun cas dépasser 40 °/₀, sera fixé pour chaque catégorie par le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

» 2° En cas de fausse déclaration, il sera infligé à l'exportateur une amende égale à cinq fois le remboursement des droits réclamés.

» 3° Un règlement d'administration publique, rendu après avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures, déterminera la forme des déclarations, les certificats dont elles devront être appuyées, le mode de vérification et, en général, les détails d'exécution des dispositions du présent article. »

Articles du projet de loi (1). — Les divers articles du projet de loi, voté par la Chambre, ont été admis par le Sénat sans modifications sensibles. La disposition relative aux fils de coton, indiquée ci-dessus, forme l'article 10, ce qui a entraîné un changement dans la classification des divers articles.

2e Discussion du projet de loi a la Chambre des Députés (2). — La plupart des modifications apportées par le Sénat au projet de loi précédemment voté par la Chambre, ont été ratifiées par celle-ci, sauf sur quelques points dont les deux plus importants concernent les graines oléagineuses et le pétrole.

En ce qui touche les oléagineuses, la Commission de la Chambre a repris les propositions qu'elle avait primitivement présentées et qui ne différaient de celles du Sénat que par la classification. Défendues par MM. Méline et Graux, elles ont été combattues par MM. Ch. Roux, Raynal, J. Roche (Ministre du Commerce), qui ont demandé à la Chambre de maintenir sa première décision; ce qu'elle a fait par 204 voix contre 237.

Quant au pétrole, la Commission acceptait les droits fixés par le Sénat, et qui d'ailleurs étaient ceux qu'elle avait proposés à l'origine. Mais, sur la proposition de M. Viette, la Chambre avait voté depuis, au cours de la discussion du budget (3), l'abaissement des droits sur le pétrole, brut à 7 francs par 100 kilogr. et, contrairement à l'avis du Gouvernement et de la Commission, elle a maintenu cette décision.

2e Discussion du projet de loi au Sénat (4). — Les nouvelles dispositions votées par la Chambre ont été ratifiées par le Sénat, sauf en ce qui concerne les pétroles et deux autres points secondaires.

Pour le pétrole, le Sénat a repris les chiffres qu'il avait précédemment adoptés; le dégrèvement voté par la Chambre était combattu par le Gouvernement et la Commission.

3e Discussion du projet de loi a la Chambre (5). — Dans sa séance du 31 décembre, la Chambre s'est mise d'accord avec le Sénat sur tous les points, sauf en ce qui concerne le pétrole pour lequel elle a maintenu les chiffres de 7 francs pour le brut et 12 francs pour le rectifié.

3e Discussion du projet au Sénat (6). — Le Sénat ne voulant pas nuire à l'équilibre du budget de 1892 par le dégrèvement du pétrole, il a cherché un terme de transaction, et sur la proposition de sa commission des douanes, il a voté le maintien de la situation actuelle (18 francs sur le brut et 25 francs sur le raffiné par 100 kilogr.) avec la réserve que ces taxes ne seraient perçues que jusqu'au premier octobre 1892, le Gouvernement s'étant obligé à présenter immédiatement un projet de loi spécial relativement à cette réforme.

Vote définitif. — Dans sa séance du 7 janvier 1892, la Chambre des Députés a voté la rédaction transactionnelle adoptée par le Sénat, et tous les articles du projet de loi sont devenus définitifs.

Ce nouveau tarif ne sera applicable qu'à partir du 1er février 1892.

Conclusions. — Le nouveau tarif des douanes a été promulgué le 11 janvier 1892 et publié dans le *Journal officiel* du 12 janvier. Quels en seront les effets? Espérons qu'il donnera satisfaction aux intérêts de la France, dont le commerce a eu tant à souffrir dans ces dernières années. Il est conforme au sentiment de l'immense majorité du pays et il sera très probablement aussi stable que celui de 1881, qui a été si souvent modifié par les différents traités qui se sont succédé. Il est certain que le Parlement ne touchera pas à la légère à une œuvre aussi laborieusement édifiée.

La loi de 1892 est l'un des monuments les plus importants qui aient été accomplis, depuis vingt ans, par le Parlement.

Ce n'est que dans plusieurs années seulement que les conséquences du nouveau tarif des douanes se feront sentir, car il a été importé, dans ces derniers mois, une quantité, bien supérieure aux besoins actuels, de tous les produits ou matières qui sont plus particulièrement atteints.

Quant à l'augmentation des prix de toutes choses, comme l'affirment les libres-échangistes, il semble qu'elle ne se produira pas de sitôt (et peut-être même jamais), d'abord à cause des approvisionnements considérables qui ont été faits par le commerce et l'industrie, et, en outre, parce que le nouveau tarif va permettre à l'industrie nationale de se développer et provoquer des concurrences intérieures qui abaisseront les prix.

Le nouveau tarif des douanes ne nous aliénera pas non plus les sympathies des diverses nations avec lesquelles nous avions précédemment des traités de commerce, quoique la conclusion des nouveaux arrangements, d'après la loi du 29 décembre 1891, ne marche point sans obstacle. Les négociations ont déjà abouti avec plusieurs

(1) Séance du 17 décembre. — Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 21, p. 340.
(2) Séances de la Chambre des Députés des 22, 23, 24, 28 et 29 décembre 1891.
(3) Séance 15 décembre 1891.
(4) Séance du 30 décembre 1891.
(5) Séance du 31 décembre 1891.
(6) Séance du 5 janvier 1892.

Digitized by Google

pays, et le Gouvernement n'a guère rencontré de résistance que du côté de l'Espagne et surtout de la Suisse, avec lesquelles on espère néanmoins arriver à une entente, car ces pays ont tout intérêt à nous accorder le traitement de la nation la plus favorisée pour jouir de notre tarif minimum ; ils savent qu'une guerre de tarifs leur serait plus préjudiciable qu'à nous : les mécomptes de l'Italie, en 1888, leur serviront d'exemple.

Les traités de commerce. — Dans la déclaration lue devant les deux Chambres, le 18 mars 1890 (1), le Gouvernement avait pris l'engagement de procéder, en temps utile, aux dénonciations de traités qui seraient nécessaires pour rendre au Parlement sa liberté d'action, en matière de tarification douanière.

Ces dénonciations ont été effectuées, et, dès lors, l'application des nouveaux tarifs ne rencontrera aucun obstacle, à dater du 1er février 1892, dans les stipulations qui constituent notre régime conventionnel.

Les traités dénoncés sont au nombre de six : ce sont ceux qui règlent nos relations commerciales avec la Belgique, l'Espagne, les Pays-Bas, le Portugal, les royaumes unis de Suède et de Norvège et la Suisse.

Mais ces traités ne contiennent pas seulement des stipulations de tarifs : ils renferment des clauses plus ou moins détaillées concernant, notamment, les relations maritimes, l'établissement des nationaux, les attributions des consuls, les garanties réciproques dues à la propriété littéraire, artistique et industrielle.

D'autre part, la Belgique a dénoncé la convention de navigation et la convention pour la protection de la propriété littéraire, artistique et industrielle, conclue en 1881.

La Suisse a, de son côté, dénoncé les conventions de 1882, relativement aux marques de fabrique et de commerce, aux noms commerciaux, aux dessins et modèles industriels, ainsi qu'à la propriété littéraire et artistique.

La plupart de ces stipulations ont, pour notre commerce et nos nationaux, une importance considérable. Or, il était impossible, avant le 1er février 1892, de conclure de nouveaux traités. Aussi le Gouvernement se proposant d'entamer des pourparlers avec ces six pays, en vue de reprendre les diverses clauses dont l'expérience aura démontré l'utilité et qui ne seront pas incompatibles avec notre nouveau tarif douanier, a-t-il présenté au Parlement le projet de loi suivant, qui a été successivement voté par les deux Chambres et promulgué le 29 décembre 1891 (2).

Le texte de cette loi est ainsi conçu :

« ARTICLE PREMIER. — Le Gouvernement est autorisé à proroger provisoirement, en tout ou en partie :

» 1° Les traités ou conventions de commerce et de navigation arrivant à échéance le 1er février 1892, par suite de la dénonciation qui en a été faite, à l'exception des clauses portant concession d'un tarif de douane applicable à des marchandises déterminées ;

» 2° Les conventions relatives à la garantie réciproque de la propriété littéraire, artistique et industrielle, qui, par suite de dénonciation, arrivent également à échéance le 1er février 1892.

» Cette prorogation ne pourra être accordée que sous la réserve, par le Gouvernement français, d'en faire cesser les effets en notifiant cette intention douze mois à l'avance.

» ART. 2. — Le Gouvernement est autorisé à appliquer, en tout ou en partie, le tarif minimum aux produits ou marchandises originaires des pays qui bénéficient actuellement du tarif conventionnel et qui consentiront de leur côté à appliquer aux marchandises françaises le traitement de la nation la plus favorisée.

» Cette concession ne pourra être accordée que sous la réserve, par le Gouvernement français, d'en faire cesser les effets en notifiant cette intention douze mois à l'avance. »

Les clauses dont il s'agit d'assurer le maintien après le 1er février 1892 se retrouvent, d'ailleurs, presque toutes dans un certain nombre de nos traités, tels que ceux avec l'Angleterre, la Russie, l'Autriche-Hongrie et le Mexique, qui n'ont pas été dénoncés parce qu'ils ne contiennent pas de tarifs annexes. Le résultat cherché a pour but, non pas de créer une situation privilégiée à la Belgique, à l'Espagne, aux Pays-Bas, au Portugal, à la Suède et Norvège et à la Suisse, mais de mettre le commerce et les nationaux de ces six Etats sur un pied d'égalité avec ceux des pays dont les traités avec la France n'ont pas été dénoncés, et de garantir par voie de réciprocité, à notre commerce et à nos nationaux, un traitement identique à celui dont bénéficient nos concurrents dans ces six Etats.

Ce régime prendra d'ailleurs fin à toute époque, parce que le Gouvernement est résolu à ne négocier aucune prorogation qu'en se réservant le droit de faire cesser les effets des nouveaux arrangements en notifiant son intention à cet égard douze mois à l'avance.

Parmi les articles les plus importants à proroger, nous mentionnerons notamment ceux qui stipulent le traitement réciproque de la nation la plus favorisée, en matière de tarifs. Dans l'état actuel de notre législation intérieure et de notre droit conventionnel, ce traitement continuera, après le 1er février 1892, à être applicable, à l'entrée en France, aux produits de l'Allemagne, de l'Angleterre, de l'Autriche-Hongrie, de la Russie, de la Serbie, de la Turquie, du Mexique et des Républiques Dominicaine et Sud-Africaine. Il n'y a aucune raison pour traiter moins favorablement la Belgique, l'Espagne, les Pays-Bas, le Portugal, la Suède et Norvège et la Suisse.

La procédure résultant de cette loi est nouvelle dans la matière. Jusqu'à présent, le rôle du pouvoir exécutif s'était borné à négocier au préalable les arrangements de ce genre avec les puissances intéressées, et c'est seulement lorsqu'ils étaient arrêtés et signés, que le Parlement était appelé à en délibérer pour les approuver ou les rejeter. La nouvelle méthode consiste à fixer d'avance ces arrangements et à donner au Gouvernement un mandat de confiance pour les réaliser conformément aux intentions du Parlement.

D'après M. Léon Say, ce procédé est irrégulier et contraire à notre loi constitutionnelle, qui dit que « les traités de paix, de commerce, les traités qui engagent les finances de l'Etat, ceux qui sont relatifs à l'état des personnes et aux droits de propriété des Français à l'étranger, ne sont définitifs qu'après avoir été votés par les deux Chambres ». Selon lui, le rôle du Gouvernement doit précéder celui du Parlement ; il doit d'abord négocier avec l'étranger avant de consulter les Chambres. Agir autrement, ce serait affaiblir la prérogative parlementaire et diminuer les garanties que la Constitution a entendu donner au pays.

M. le Ministre des Affaires étrangères a réfuté cette objection en faisant observer d'abord que l'arrangement qu'il s'agissait de faire avec certains pays ne se présentait pas dans les conditions ordinaires des traités faits jusqu'à ce jour. Il constitue une sorte de *modus vivendi* basé sur le traitement de la nation la plus favorisée ; il n'implique ni discussion de droits, ni négociations de détails. Tout y est prévu et connu d'avance, et c'est par là que le Parlement est assuré du plein exercice de son droit de contrôle. Que veut la constitution ? Une seule chose, c'est que le Gouvernement ne puisse engager d'une façon quelconque les intérêts économiques du pays sans le consentement de ses représentants. L'important est que ce consentement soit donné et qu'il le soit en connaissance de cause ; peu importe le moment où il est donné. Le mandat donné au Gouvernement par le projet de loi est si étroitement limité, que celui-ci ne peut rien faire que ce que le Parlement lui-même a voulu, et il ne peut donner sa signature que dans les termes qui lui ont été strictement imposés.

En agissant ainsi, on conserve au tarif minimum le caractère que le Parlement a entendu lui donner en faisant un tarif de faveur destiné à prendre la place de nos tarifs conventionnels et à nous assurer comme eux le traitement de la nation la plus favorisée.

D'après les explications fournies par le Gouvernement, l'article 2 n'implique pas la consolidation du tarif minimum, mais il a uniquement pour objet de garantir aux pays favorisés que, quels que soient les remaniements apportés à nos tarifs, ils jouiront toujours de notre tarif minimum.

Nous restons ainsi, suivant le vœu de l'immense majorité du pays, maîtres de nos tarifs, en conservant toute notre liberté d'action.

C'est d'ailleurs le régime économique de la plupart des républiques de l'Amérique, de la Russie et de l'Angleterre. Mais, disent les partisans des traités, ce qui était vrai hier ne l'est plus aujourd'hui. Une grande révolution, dont l'Allemagne a pris l'initiative, est en train de s'accomplir. Elle vient de conclure des traités avec différents pays, l'Italie, l'Autriche, la Belgique, la Suisse, et elle tâchera vraisemblablement d'en faire avec d'autres nations ; la France va se trouver isolée au milieu de ce concert général, qui tend à devenir la nouvelle politique économique du monde.

Quand on examine ces fameux traités, on reconnaît aisément que ce ne sont que des apparences de traités, et ce ne sont pas de véritables traités dans le sens du mot ; en tous cas, ils n'ont aucun rapport avec les traités de 1860. D'habitude, quand on parle de traités, on entend des conventions entre deux pays qui ont pour but de régler l'ensemble de leurs échanges et de fixer d'une manière générale leurs relations économiques. Un véritable traité suppose, par conséquent, un ensemble de chiffres qui s'appliquent à la plus grande partie de la production des deux pays.

Or, les prétendus traités nouveaux de l'Allemagne ne sont que des arrangements commerciaux n'engageant qu'une très petite partie des tarifs des différents pays, et, par conséquent, laissant à ces pays toute leur liberté de tarification pour le reste.

Les réclamations qui s'élèvent de toutes parts en Italie, en Autriche, en Suisse et surtout en Belgique, contre ces traités de commerce qui sacrifient, dit-on, à l'industrie allemande, celles des autres pays contractants, nous prouvent encore une fois que le système des traités de commerce, avec annexion de tarifs, a fait son temps et que c'est avec juste raison que la France est revenue sur ses errements du passé en restant maîtresse de ses tarifs.

Émile BERT,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'École Commerciale de Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 21, p. 430.
(2) *Journal officiel*, 30 décembre 1891.

CORRESPONDANCE

La lampe électrique à arc Japy.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

Paris, le 25 janvier 1892.

MONSIEUR,

Nous venons de lire, avec grand intérêt, l'article relatif à notre nouvelle lampe électrique à arc, paru dans votre numéro du *Génie Civil* du 23 janvier dernier.

Afin de fournir la preuve irréfutable de son bon fonctionnement, nous serions même désireux de participer à un concours de relevé de diagramme de marche.

Veuillez agréer, etc. JAPY FRÈRES ET Cie.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 8 janvier 1892.

Présidence de M. E. Polonceau.

M. Polonceau, président sortant, rappelle les nombreux travaux qui ont été présentés cette année à la Société, sur les sujets suivants : questions ouvrières, électricité, mécanique, métallurgie, travaux publics et constructions. Il félicite la Société du rang qu'elle a tenu dans les Congrès auxquels elle a participé et des témoignages de sympathie qu'elle a reçus de divers côtés, et en particulier du gouvernement; il conclut, que l'autorité sans cesse croissante, dont elle jouit, oblige la Société à se maintenir toujours à la tête du progrès.

M. P. Buquet, qui succède à M. Polonceau au fauteuil présidentiel, remercie ses collègues de l'unanimité avec laquelle ils lui ont donné leurs suffrages; puis, avec une autorité toute spéciale, il met en lumière, dans un discours fort élégant et très applaudi, le rôle considérable que la chimie a pris dans l'industrie moderne, en devenant elle-même une de ses branches les plus importantes et en prêtant aux autres un puissant appui. Les services que la chimie a rendus et doit rendre à l'agriculture, sont particulièrement intéressants, car l'accroissement de la production du sol est une des meilleures solutions des problèmes actuels d'économie sociale.

M. Buquet rappelle ensuite l'essor merveilleux qu'a pris l'industrie des matières colorantes; puis, les progrès non moins rapides réalisés dans la fabrication des explosifs et enfin tous les procédés nouveaux qu'a créés la *grande industrie chimique* pour la production de l'acide sulfurique, de la soude et du chlore ou pour l'utilisation des résidus provenant de ces fabrications. La chimie industrielle est donc digne de figurer à côté des autres sciences dont les applications ont valu à notre siècle le nom de « siècle de l'Ingénieur ».

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE du Nord de la France.

Novembre 1891.

Note théorique et expérimentale sur le graissage des machines et les lubrifiants, par M. Dron-Lisbet. — Après avoir donné la définition du graissage et celle des coefficients de frottement internes et externes, M. Dron-Lisbet passe en revue les lois du frottement, les caractères auxquels on reconnaît une bonne huile et les moyens de les établir.

Partant ensuite de la formule donnée par le général russe Pétroff, il arrive à la détermination du frottement interne.

Ses calculs l'amènent à tracer des courbes caractéristiques des lubrifiants. Ces courbes peuvent servir à déterminer la température que prend une couche d'huile interposée entre un tourillon et un coussinet dans des conditions déterminées. Il continue par l'étude de l'influence de la vitesse et de la température et détermine graphiquement le coefficient de frottement interne correspondant à une température donnée. Il termine en analysant les relations qui existent entre la pression des coussinets sur les tourillons et le frottement, et en énonçant des formules pratiques donnant le coefficient de frottement en fonction du coefficient de frottement interne.

Le régime des eaux à Lille, par M. Ange Descamps. — M. Descamps donne lecture du préambule d'une étude sur le régime des eaux à Lille. Elle comprendra, par chapitres successifs, l'examen de la quantité et de la qualité des eaux pluviales, souterraines et superficielles ; la nouvelle distribution, les machines élévatoires, les réservoirs, les conduites et les appareils des services publics et privés. Viendront ensuite les canalisations de Paris et des principales villes de France et de l'étranger ; les plans détaillés des canaux intérieurs de Lille et des nombreux cours d'eau qui relient le centre lillois aux pays limitrophes et aux ports maritimes du Nord et de l'Océan. Un aperçu des questions administratives terminera ce travail, dont le but est de faire ressortir succinctement, à l'aide de la statistique et des auteurs spéciaux, les heureux résultats de l'hygiène publique sur la diminution de la mortalité et sur la prospérité générale.

BIBLIOGRAPHIE

Lyon à l'Exposition universelle de 1889, par Adrien Storck et Henri Martin. — A. Storck, imprimeur-éditeur, Lyon, 1891.

C'est en 1890 et 1891 que notre magnifique Exposition universelle de 1889, dont le souvenir et le succès resteront incomparables, aura présenté les plus utiles, peut-être, de ses résultats à ses admirateurs; nous voulons parler des résultats écrits. Car en même temps que paraissent avec une remarquable activité les beaux comptes rendus de l'Exposition de M. Alf. Picard et les rapports des jurys, voici que des monographies intéressantes se produisent. Nous donnerons parmi elles une place toute spéciale aux deux magnifiques volumes que MM. Storck et Henri Martin ont consacrés à l'œuvre lyonnaise de 1889 sous le titre de *Lyon à l'Exposition universelle de 1889*.

Ce livre d'or, conçu avec un plan littéraire des plus méthodiques, exécuté avec un luxe artistique incomparable, est digne des auteurs, des exposants dont il relate les travaux et de la grande cité française dont il met prestigieusement en relief la vitalité et les progrès.

On analyserait difficilement un document de cette importance à l'exécution duquel les éléments les plus divers ont concouru. Ce sont tout d'abord l'administration centrale et municipale, la Chambre de Commerce qui ont documenté l'ouvrage, puis les exposants qui ont renseigné les auteurs, puis les artistes lyonnais les plus distingués qui ont apporté leur concours. La table des matières contient plus de 700 noms rien que dans un des volumes; les questions d'art, d'enseignement, d'industrie, ont été traitées successivement par des écrivains d'une compétence reconnue, MM. Ed. Aynard, Gaspard André, Emile Bourgeois, Coste-Labaume, Marius Morand, Léo Vignon, Bleton, etc. Les arts et l'industrie lyonnaise y sont passés en revue d'une façon attrayante et magistrale.

L'ouvrage en lui-même est d'une valeur exceptionnelle et fait un grand honneur à la maison Storck qui l'a édité avec un soin et une perfection rares. Aucun détail n'a été négligé: les lettres ornées proviennent d'un ouvrage lyonnais célèbre datant de 1580, les culs-de-lampe sont des dessins de Berjon et de Genod. Il paraît impossible de réaliser dans cet ordre d'idées luxueux et artistique quelque chose de plus brillant et de plus complet. On nous excusera de terminer cette courte notice avec un peu de chauvinisme motivé par la conclusion suivante : si dans les Expositions universelles qu'ils organiseront à l'étranger nos concurrents peuvent rivaliser avec nous comme charpentes en fer, comme proportions constructives, comme éclat des fêtes et des installations, il est un point sur lequel ils ne nous imiteront sûrement que de bien loin et avec peine: c'est dans l'exécution de documents artistiques commémoratifs tels que celui qui est sorti à Lyon de la plume et des presses de notre sympathique collègue M. Storck.

N.

Les Industries du lait, par R. Lezé, Ingénieur des Arts et manufactures, professeur à l'Ecole nationale d'agriculture de Grignon. Firmin-Didot, éditeur.

L'ouvrage que présente l'auteur fait partie de la Bibliothèque de l'Enseignement agricole, publiée sous la direction de M. A. Muntz, de l'Institut agronomique.

Il est divisé en trois parties.

La première partie traite des caractères et des propriétés du lait normal, et fait l'examen et l'analyse de ce lait, indique les altérations et les falsifications qu'on lui fait subir et parle du commerce du lait en nature, de la pasteurisation, du transport, de la vente et de la conservation de ce précieux produit alimentaire.

La deuxième partie comprend la préparation du beurre au moyen du lait ou de la crème; le mécanisme de l'écrémage et l'écrémage spontané, l'écrémage centrifuge, le traitement de la crème, son barattage, délaitage, malaxage, ainsi que les propriétés et analyses du beurre; l'installation et la description des nouveaux appareils d'écrémage composant une beurrerie. Cette partie traite de la margarine et de sa fabrication, des mélanges avec le beurre, des fraudes commises, des moyens de les découvrir et enfin des lois répressives.

La troisième partie est réservée aux fromages, à la description des appareils servant à la fabrication, des appareils de chauffage, et donne la composition des fromages mous affinés, fromages durs, fromages cuits, etc., et finit par l'étude de l'enseignement de la laiterie en France et à l'étranger.

Cet ouvrage, très bien coordonné, est d'une utilité incontestable pour tous ceux qui s'occupent de l'importante industrie du lait, du beurre et du fromage qui, depuis une vingtaine d'années, a pris de si grands développements.

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 4, du 23 janvier. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs, six mois, **12** fr. **50**.

Brevets français : Fabrication du biborate de soude. — Flacon avec bouchon mesureur. — Evaporisateur mécanique. — Préparation de l'acide chromique. — Fabrication d'un extrait de multo-peptone. — Séparation du sérum du sang. — Fabrication de gélatine animale inodore. — Fermeture hermétique pour vases. — Système de bouchon à gouttes. — Préparation de pâtes obtenues avec les produits solides oxydés des huiles siccatives. — Ecrasement des graines oléagineuses. — Moyen d'empêcher les explosions de pétrole. — Fabrication du caoutchouc. — Appareil centrifuge automatique. — Bouteille à écoulement latéral. — Fabrication de paillons. — Production d'amyloïde. — Siphon-bière. — Appareil de pression pour liquides. — Fermeture des trous de soutirage des tonneaux.

Brevets anglais : Système de boîte pour garantir les œufs. — Appareil à sécher les graines. — Machine à faire le café. — Couleur pour azurage. — Robinet pour débiter la bière. — Sécheur de graines. — Conservation de la bière. — Fabrication d'un savon médicinal. — Extrait de viande soluble.

Revue des Académies, Sociétés savantes, Publications scientifiques et industrielles : Académie des Sciences: Sur la combinaison directe de l'azote avec les métaux, par M. Maquenne. — Nitration des hydrocarbures de la série du méthone, par M. Konovaloff. — Société de l'industrie chimique anglaise, Section de Londres : L'industrie du pétrole en Galicie, par M. Coply. — Section de Yorskhire : Note sur les couleurs fixes et les couleurs altérables, par M. Konovaloff. — Publications : Valeur nutritive du lait stérilisé.

Sommaire du n° 5, du 30 janvier 1892.

Nouveautés de Laboratoire : L'oléoréfractomètre.

Brevets Français : Acide acétique cristallisable; — Acide tartrique industriel ; — Glycérides à oxacides gras ; — Appareil à distiller l'eau ; — Épuration des eaux d'égout ; — Perfectionnements aux filtres Chamberland ; — Destruction des microbes dans l'eau ; — Préparations aqueuses antiparasitaires : — Perfectionnements aux couteaux de diffusion ; — Fabrication densimétrique des sirops à froid ; — Appareil de pression pour débiter la bière ; — Distillation simultanée d'eau et d'alcool ; — Appareil à distiller ; — Application de l'acide carbonique pur à la conservation de la viande.

Brevets Allemands : Extraits de houblon ; — Appareil épurateur et carbonisateur de la tourbe ; — Procédé et appareil à fabriquer de l'oxygène ; — Utilisation de la chaleur des réactions chimiques.

Revue des Académies, Sociétés savantes et publications.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus:

Annales de l'Institut national agronomique, fascicule XII, 11e et 12e années. — Un vol. gr. in-8° avec figurines et tableaux. Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **8** francs.

Paris Port de Mer, par A. Bouquet de la Grye. — Un vol. gr. in-8°, avec cartes. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris. — Prix : **4** francs.

Les Chemins de fer. Historique. Construction. Exploitation, par Georges Mayer. — Un vol. in-32 illustré. Félix-Alcan, éditeur, Paris. — Prix : **1** fr.

Aide-mémoire de physique, par L. Jammes. — Un vol. in-16 illustré. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : **3** francs.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 14. N° 504. Samedi 6 Février 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Projet de transatlantique « à dos de baleine », p. 221 ; — L'Association technique maritime. Session de 1891 (*suite*), p. 223 ; Léon Vivet. — **Mécanique** : Tramway funiculaire de Los Angelos (Californie) (*planche XV*), p. 224 ; — Essais de déformation jusqu'à rupture pratiqués en Autriche sur des poutres préparées avec des profilés de diverses natures de métal, p. 226 ; L. Baclé. — **Chemins de fer** : Gare de triage de Shildon sur le North-Eastern Railway (Angleterre), p. 227 ; — Locomotive « express » de la Compagnie des chemins de fer américains Philadelphie à Reading, p. 228. — **Correspondance** : Accouplement métallique pour conduites des freins à air comprimé, p. 228 ; A. Dormoy ; — Nouveau procédé de clairçage du sucre, p. 229 ; P. Empereur ; — Nouvelle agrafe pour fixer les rails sur les traverses métalliques, p. 230 ; A. Dufour ; — Résistance des pièces coulées en bronze Roma, p. 230 ; G. Guillemin ; — Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs, p. 230 ; P. Crépy ; — Concentration de l'acide sulfurique, p. 231 ; L. Ducasse. — **Études économiques** : Revue des questions ouvrières, p. 231 ; Max Duchanoy ; — Situation respective de la France vis-à-vis des États étrangers sous le régime du 1er février 1892, p. 233 ; Emile Bert. — **Informations** : Essais des matériaux de construction, p. 233 ; — Construction d'égouts en ciment de Portland, à Melbourne, p. 235 ; — Conférences sur les questions ouvrières à l'Ecole libre des sciences politiques, p. 235 ; — La participation aux bénéfices et la caisse de retraites de la maison Muller et Roger, à Paris, p. 235 ; — Bâtiments à gradins pour le refroidissement de l'eau chaude, p. 235 ; — Eclairage électrique de l'abattoir d'Aberdeen (Ecosse), p. 235.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 28 décembre 1891, p. 236 ; G. Petit. — Société internationale des électriciens, séance du 6 janvier 1891, p. 236 ; Alsa. — Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'Arts et métiers, p. 236.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 236.

Planche XV : Tramway funiculaire de Los Angelos (Californie).

CONSTRUCTIONS NAVALES

PROJET DE TRANSATLANTIQUE « A DOS DE BALEINE »

Un Ingénieur américain, M. Harold Avery, vient d'étudier une application originale de la forme dite « à dos de baleine » aux grands steamers transatlantiques. L'idée même de donner à la coque d'un bateau la forme d'un gros poisson, n'est pas nouvelle, et bien avant qu'il fût question d'en doter la navigation à vapeur, les Norwégiens l'avaient appliquée à certaines de leurs embarcations. Néanmoins, c'est aux États-Unis qu'a été fait tout récemment le premier essai de cette forme sur des bateaux d'une certaine importance.

Une Compagnie américaine de chalands en acier s'était formée pour l'exploitation des brevets du capitaine Mac Dougall, inventeur d'un navire de ce type. Le premier bateau qu'elle construisit jaugeait 437 tonneaux et en portait 1 400. La forme de son avant, qui le faisait ressembler au groin d'un porc dont les narines étaient représentées par deux écubiers, lui valut tout d'abord les sarcasmes du public. On l'appela aussitôt « le porc » *(the pig)* et cette dénomination fut désormais appliquée à tous les chalands que l'on construisit successivement sur ce type.

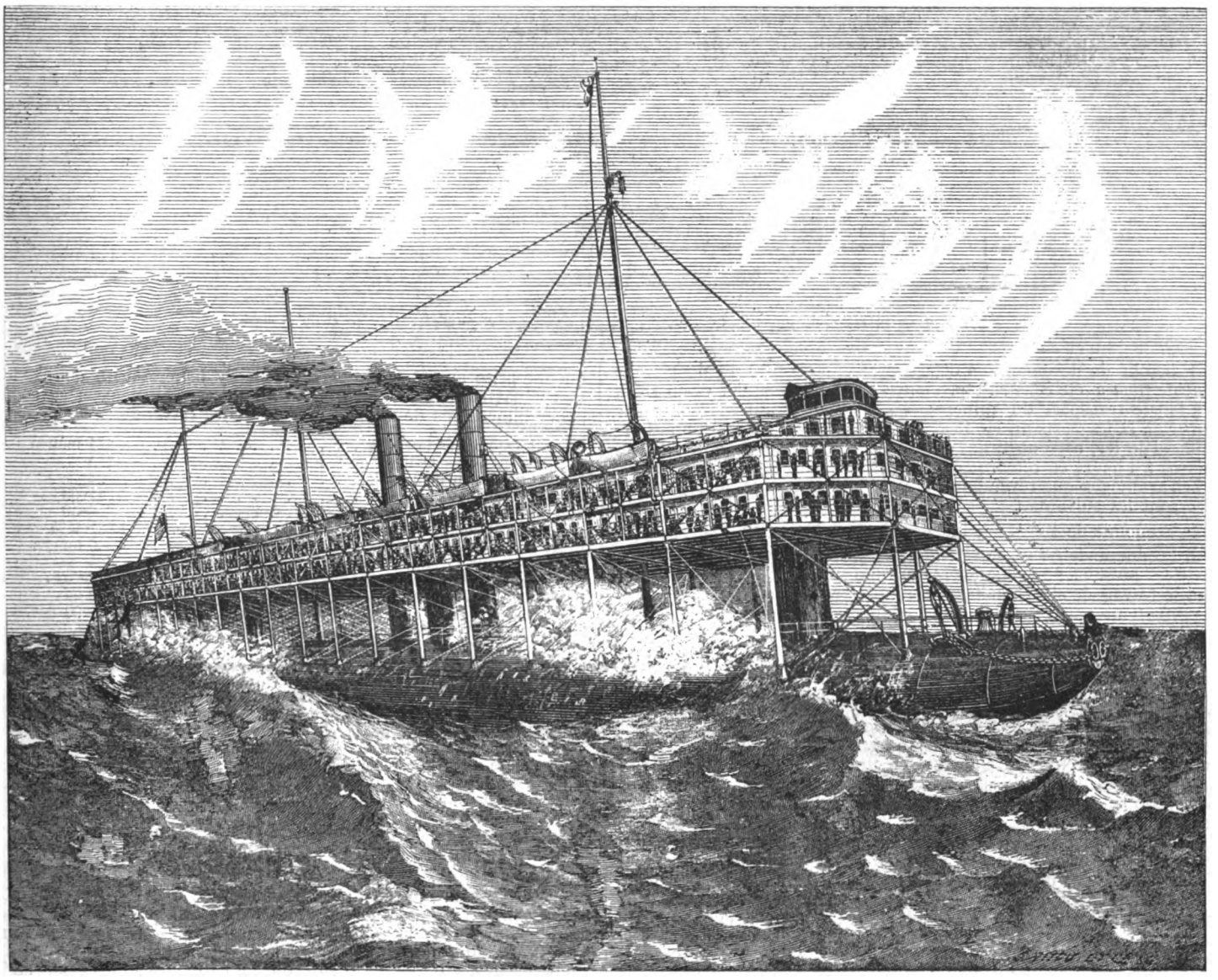


Fig. 1. — Projet de transatlantique « à dos de baleine ».

Mais le « pig » ne tarda pas à conquérir l'estime des Américains,

Digitized by Google

quand ils apprirent que ce bateau, qui n'avait coûté que 225 000 fr., en avait rapporté 350 000 en deux saisons. La Compagnie se hâta de construire plusieurs autres chalands de la même espèce : sa flottille comprend déjà onze navires ; d'autres sont en chantier, et les constructeurs espèrent pouvoir en livrer un par semaine.

Les chalands de cette Compagnie ont le pont arrondi, le fond plat et les extrémités en forme de bout de cigare. Chez quelques-uns, la timonerie est placée dans une tourelle, et le poste des cinq hommes d'équipage se trouve en dessous. Sur les chalands à vapeur, la cabine et la timonerie reposent sur trois tourelles.

Grâce à la forme particulière du corps du bateau, les hauts sont moins chargés : il n'y a plus de murailles et de parois sur lesquelles les lames viennent frapper par le gros temps ; la mer, ne rencontrant pas d'obstacle, glisse librement par-dessus le pont arrondi. Il en résulte que ces bateaux se comportent fort bien par les plus mauvais temps; leur fond plat, d'un autre côté, en fait d'excellents bateaux de rivière.

Le premier chaland à vapeur construit par la Compagnie concessionnaire des brevets Mac Dougall, le *Colgate Hoyt*, jauge 1 008 tonneaux et porte 3 000 tonnes. Sa machine de 800 chevaux lui donne une vitesse de 15 nœuds; tandis que les autres steamers des grands lacs, qui jaugent 1 800 tonneaux et n'en portent cependant que 3 000, ont besoin de développer 1 600 chevaux pour filer 15 nœuds. Le *Colgate Hoyt* a été construit pendant l'hiver de 1889-90, et en 1890, il a fait le transport du minerai, des céréales et du charbon entre Superior et les ports du lac Erié. Il portait jusqu'à 2 800 tonnes de minerai de fer, avec un tirant d'eau de 4m 67, et filait près de 20 kilomètres à l'heure en remorquant un chaland portant 2 400 tonnes.

Les avantages que revendique l'inventeur pour cette forme de navire sont les suivants :

1° Economie de 40 °/₀ sur le prix de construction ;

2° Economie de 60 °/₀ environ, à vitesse égale, pour la puissance motrice, puisque deux chaudières et une machine de 800 chevaux font le travail de six chaudières et d'une machine de 2 000 chevaux, et permettent par conséquent de réduire l'espace réservé pour les soutes à charbon, etc.;

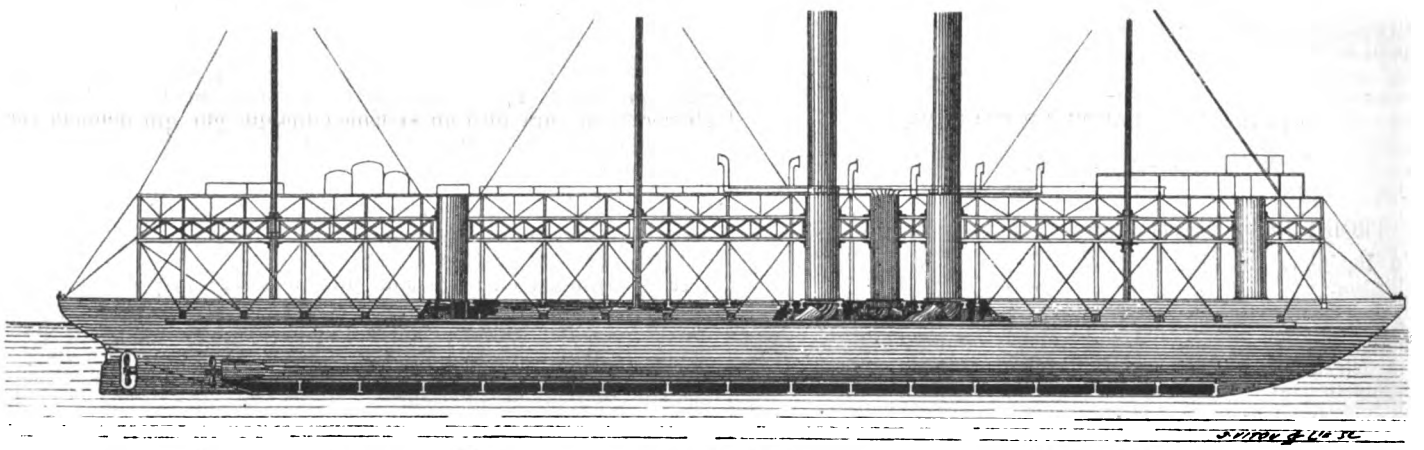
3° Suppression presque complète du roulis et du tangage par les grosses mers;

4° Grande puissance de portée avec faible déplacement.

L'un de ces navires, le *Charles W. Wetmore*, est arrivé le 20 juillet dernier à Liverpool, où il a excité une grande curiosité. Ce steamer a quatre tourelles, trois à l'arrière et une à l'avant; il ne porte ni mâts ni voiles. Hors de l'eau, sa forme est celle d'un cigare; sous l'eau, elle se rapproche davantage de celle des navires ordinaires. Les ponts sont arrondis, le fond plat, et chaque extrémité se termine comme le bout pointu d'un cigare. La coque et les tourelles sont en acier, et, à l'exception de la chambre de la machine et du poste d'équipage, tout l'intérieur de la coque forme une vaste cale pour les marchandises, qui se chargent et se déchargent par neuf panneaux distincts, avec la plus grande facilité. Lorsque le bateau est chargé, le dessus du pont, en dos d'âne, est à 2m 75 environ au-dessus de l'eau.

Voici les dimensions de ce navire :

Longueur totale	80m77
Largeur	11m58
Creux de la cale	7m32
Port en lourd	3 000 tonnes
Jauge brute	1 399t85
— nette	1 075 tonnes
Tirant d'eau en charge	5m03



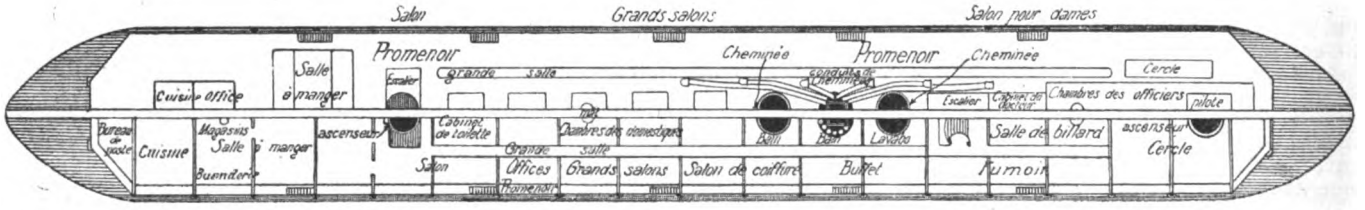


FIG. 2. — Élévation du projet de transatlantique à dos de baleine et plan partiel du 1er et du 2e étage.

La machine est du type compound, à condensation par surface; les cylindres ont respectivement 0m66 et 1m27 de diamètre avec une course de piston de 1m067. Il y a deux chaudières en acier de 3m50 × 3m50 chacune et chauffant à une pression de 8kil77 par centimètre carré.

Ce navire, parti le 9 juillet de Montréal, est arrivé le 20 à Liverpool. Bien que la traversée ait été assez dure pour la saison, la vitesse moyenne a été cependant de 9 nœuds et le roulis était presque imperceptible.

C'est certainement le succès de ces premiers essais qui a fait concevoir le projet de paquebot transatlantique que représente notre dessin de première page, emprunté au *Scientific American* ainsi que les détails qui le concernent.

L'auteur, M. Harold Avery, pense, au moyen de cette forme de navire, arriver à réduire à cinq jours environ la traversée entre New-York et Queenstown. La coque, en acier, presque submergée, supporte une colonne solidement construite, élevant la superstructure à une hauteur qui la met hors des atteintes de la mer la plus houleuse. Deux cloisons longitudinales divisent cette coque en trois compartiments principaux, subdivisés eux-mêmes, par des cloisons transversales, en vingt et une chambres étanches dépourvues de portes au-dessous de la ligne de flottaison. Le dos arrondi du pont n'offre aucune prise aux vagues qui viennent s'y briser, et un double fond met le navire à l'abri des dangers qui pourraient menacer sa coque.

Les dimensions de ce bateau seraient les suivantes :

Longueur de la coque	161 mètres
— à la ligne de flottaison	154 —
Largeur au maître bau	22 —
Profondeur	11m60
Tirant d'eau	8m50
Déplacement, 14 000 tonnes ou	1 387m3435
Poids de la coque	4 360 tonnes
— de la superstructure	624 —
Capacité de la coque	20 000 —
— du double fond	2 300 —
Distance entre les deux fonds	0m90
Poids nécessaire pour faire plonger la coque de 0m0 254	72t300
Surface du maître-couple	159m3
Superficie au plan de flottaison	2 890m2
Centre de gravité de déplacement au-dessous de la ligne de flottaison	2m60
Centre de gravité de la coque au-dessous de la ligne de flottaison	3m87
Centre de gravité commun de la coque et de la superstructure au-dessous de la ligne de flottaison	2m84
Hauteur du métacentre, angle 6°	5m30
Pression de vent par mètre carré de surface du cyclone nécessaire pour donner une bande de 6°	274kil

On voit par ce tableau que cette forme de coque paraît présenter une stabilité exceptionnelle; et lors même qu'elle serait battue par une tourmente de la force prémentionnée, elle aurait encore une stabilité statique de 7 160 tonnes-mètres environ.

Les machines destinées à imprimer à ce navire une vitesse de 24 nœuds à l'heure sont d'une force nominale de 19 500 chevaux. Elles sont au nombre de trois et du système à triple expansion; elles font 120 tours par minute et commandent des hélices d'un pas de 7m38 pour un diamètre de 3m60. Ces machines sont alimentées de vapeur à la pression de 8 kilogr. par centimètre carré, par des chaudières multitubulaires.

De nombreuses machines auxiliaires sont destinées à fournir l'éclai-

Digitized by Google

rage électrique, la ventilation, le chauffage, et à faire fonctionner les élévateurs et ascenseurs.

La superstructure est supportée par cinq colonnes de 3m60 de diamètre et par des mâts creux en acier servant également à la ventilation. En outre, sur tout son pourtour, elle est supportée par des colonnettes creuses de 0m25 de diamètre en acier de 0m025 d'épaisseur. Ces colonnes ont une longueur de 9m60 et pèsent ensemble 1 325 kilogr.; à leur partie supérieure, elles sont reliées entre elles par un cadre continu formé de poutres en treillis. Le tout forme une charpente légère et cependant d'une solidité qui lui permet de résister à tous les efforts auxquels elle peut se trouver exposée.

La superstructure forme deux étages : celui du bas est consacré entièrement à de grands salons, éclairés le soir par des lampes à incandescence. A l'étage supérieur il y a des salons de conversation, une grande salle à manger, une salle de billard, des bains, une blanchisserie, un bureau de poste, etc. Le navire peut recevoir 720 voyageurs de première classe.

L'accès de la coque à la superstructure s'obtient au moyen d'ascenseurs mus par l'électricité et logés dans le pilier central et dans les deux piliers extrêmes.

Enfin un espace de 1m20 de large est ménagé sur tout le pourtour du navire à chaque étage, pour servir de promenoir. Le toit du deuxième étage est également consacré au même objet. Tout a donc été prévu en vue d'offrir au voyageur tout l'agrément et le confort qu'il peut souhaiter.

J. C.

L'ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME

Session de 1891.

(*Suite*[1].)

VI. — Sous ce titre : *Etude du système de distribution Marshall*, M. Marbec, Elève-Ingénieur de la Marine, a présenté à l'Association un travail considérable portant sur deux sujets absolument distincts.

Dans un premier mémoire, il montre comment tout système de distribution ou de détente peut se ramener à un système unique fondamental; et réciproquement, comment ce système fondamental peut servir à déterminer les éléments d'une régularisation, en vue de satisfaire à telle condition que l'on s'impose.

Dans un second mémoire, il étudie géométriquement le mouvement d'une figure plane et démontre un certain nombre de théorèmes très généraux de cinématique, dont quelques-uns seulement étaient connus jusqu'ici; il en déduit une construction géométrique excessivement simple, qui donne les efforts aux articulations d'un système articulé, en tenant compte des forces d'inertie, et la charge en un point quelconque de ce système.

De la détente Marshall il n'est d'ailleurs question qu'à titre d'exemple, ou d'application principale.

L'œuvre de M. Marbec n'est pas moins intéressante dans ses détails que dans son ensemble : l'esprit géométrique dont elle est marquée, la clarté et l'élégance des démonstrations lui donnent un attrait que, faute de place, nous devons nous contenter de signaler ici. Mais ce qui nous paraît constituer à la fois l'originalité et l'importance de ce travail, c'est, d'une part, le caractère très général de la théorie, qui en fera le point de départ d'applications conduisant à des résultats nouveaux, et, d'autre part, l'utilité essentiellement pratique des recherches que s'est proposées l'auteur et des découvertes auxquelles il est parvenu par l'emploi de sa méthode. Pour en donner un exemple, on sait que l'étude complète d'une distribution Marshall conduit généralement à une épure de dimensions démesurées : la détermination géométrique de tous les éléments de cette distribution ramène le problème à la construction d'une figure de dimensions ordinaires. La possibilité de calculer rapidement la charge en un point quelconque d'une bielle offre également un grand intérêt pratique.

M. Marbec part de cette considération que, dans un système Marshall, la courbe décrite par le point menant du tiroir dérive d'une façon très simple d'une ellipse : il démontre, en effet, qu'elle peut être considérée comme engendrée par un point d'un segment de droite de grandeur fixe, dont les extrémités parcourent deux arcs de cercle.

Si ces deux arcs, dont la courbure est d'ailleurs légère, faisaient place à deux droites, sur lesquelles glisseraient les extrémités du segment, le point menant décrirait une ellipse. Il y a donc lieu d'étudier d'abord ce système elliptique, puis les modifications qu'y feront subir les courbures des deux glissières.

Lorsqu'une ellipse est ainsi engendrée par un segment mobile, si l'on suppose que ce segment ait un mouvement d'orientation uniforme, c'est-à-dire tourne d'angles égaux dans des temps égaux, la projection sur un axe du point décrivant possède un mouvement pendulaire rectiligne; et si l'on néglige l'obliquité d'une bielle dont la tête serait en ce point et le pied sur l'axe, ce pied de bielle et, par suite, le tiroir auront ce même mouvement pendulaire.

Or, un mouvement pendulaire étant censé produit par la projection d'un mouvement circulaire, est complètement déterminé par trois éléments : la durée d'une révolution, la course et la phase ou l'angle initial du rayon vecteur avec une demi-droite origine. Il est facile de calculer ces éléments en fonction des données du système elliptique qui sont : l'angle des deux glissières, la longueur et la division du segment. On les obtient par la simple construction d'un triangle.

Etant ainsi en possession d'un mouvement pendulaire, on pourra s'en servir, dans une machine à vapeur, pour conduire un tiroir de distribution. L'épure circulaire de Reech donne la grandeur et le calage de la manivelle fictive. Le système elliptique est donc déterminé.

Veut-on maintenant faire varier la détente? Il suffit de modifier l'angle des deux glissières rectilignes. Cet angle est l'élément du système qui règle la détente. En effet, à chacune des valeurs de cet angle correspond une ellipse différente pour le point décrivant. Or, toutes ces ellipses ont un diamètre commun et sont tangentes à deux droites parallèles. Les extrémités du diamètre commun sont donc deux *points constants* pour lesquels la manivelle motrice a toujours même position relative par rapport au tiroir, et ces points peuvent servir à donner une avance linéaire à l'admission constante; mais pour toute autre position de la manivelle, le tiroir aura des positions diverses suivant la valeur de l'angle des glissières. Des tableaux donnent l'angle qu'il convient de prendre selon que le tiroir est à coquille ou en D, et l'angle qui correspond au changement de marche. L'épure sinusoïdale se prête aisément à la discussion de ces différents cas, en montrant les déformations de la sinusoïde du tiroir, lorsque l'angle varie.

On peut aussi chercher à avoir une avance angulaire à l'admission constante, ou bien encore on peut adopter un moyen terme, et assigner une limite aux écarts de ces deux genres d'avance à l'admission. Quel que soit le but proposé, le choix des éléments se fait sans difficulté. M. Marbec indique en particulier la marche à suivre pour rendre aussi bonne que possible la distribution à grande allure.

Tel est, dans ses grandes lignes, le système elliptique ou système-type de M. Marbec. Si l'on considère maintenant la distribution Marshall, on en déterminera les éléments par comparaison avec le système précédent. En premier lieu, on négligera la courbure des glissières; on aura ainsi un système elliptique pur qui donnera certains éléments du Marshall : le rayon de l'excentrique et son calage, la longueur de la grande bielle et sur cette bielle la position de la tête de la bielle du tiroir; enfin, l'orientation de la directrice. En second lieu, on aura les deux autres éléments, à savoir : les longueurs de la bielle directrice et de la bielle du tiroir, en tenant compte des courbures et des obliquités.

La détermination des éléments du premier groupe n'offre aucune difficulté; elle résulte des relations très simples qui existent entre eux et les éléments du système elliptique équivalent. Mais elle donne lieu à des remarques intéressantes sur le choix à faire entre un Marshall et son supplémentaire, c'est-à-dire entre le segment à point menant extérieur ou intérieur.

Pour déterminer le second groupe d'éléments, il faut étudier les perturbations produites par les obliquités des bielles. On démontre que ces corrections varient suivant des lois pendulaires et semi-pendulaires; les mouvements correspondants se composent d'après la règle de Fresnel et des règles analogues. On arrivera donc par une construction très simple au mouvement résultant, c'est-à-dire à la perturbation totale. On peut même tenir compte de l'influence d'un mouvement de sonnette qui revient à composer trois mouvements semi-pendulaires plus une constante.

On voit par là que le système Marshall est ramené au système fondamental, moyennant une correction dont la loi est connue.

Cependant, le problème à résoudre pratiquement est l'inverse du précédent : il ne s'agit pas, étant données les bielles, de déterminer la perturbation résultante, mais, au contraire, étant donnée la sinusoïde théorique, de déterminer les bielles de manière à avoir une perturbation aussi utile, ou du moins aussi peu nuisible que possible. Ce problème ne comporte malheureusement pas de solution générale, car une régulation parfaite devrait satisfaire à un grand nombre de conditions contradictoires, sur l'importance relative desquelles l'accord n'est pas complet. Mais on peut, tout au moins, se proposer tel ou tel but. M. Marbec divise en deux classes ces desiderata : ceux qui conduisent à remplir exactement, à une marche déterminée, une condition déterminée; et ceux qui conduisent à satisfaire le mieux possible à une condition déterminée pour toutes les marches possibles. Et il traite un exemple de chaque classe.

Le premier problème qu'il se propose est de diminuer le plus possible les valeurs maxima des forces d'inertie. Il démontre d'une façon fort ingénieuse que la loi du mouvement qui produit à course et temps donnés les moindres forces d'inertie, est représentée par une courbe de vitesses composée d'une série de droites brisées; la courbe des espaces est alors une série d'arcs de parabole, et la courbe des accélérations, une série de tronçons de droites parallèles. Il n'existe pas d'appareil donnant ce mouvement. Le bénéfice en serait très sensible. Comparé au système Marshall employé sur le *Brésil* et *La Plata*, il diminue les forces d'inertie de 36 %. A défaut de ce système idéal, M. Marbec indique la relation à établir entre les longueurs des bielles pour réduire au minimum les forces d'inertie dans un système Marshall.

Le second problème est le suivant : égaliser autant que possible les introductions du haut et du bas vapeur. M. Marbec en donne deux solutions : l'une analytique, qui entraîne une série d'approximations et finalement une erreur assez sensible; l'autre géométrique et rigoureusement exacte : elle consiste à trouver, pour chaque valeur de l'introduction, la courbure et l'orientation de la directrice qui assureront l'égalité de part et d'autre du cylindre. La construction géométrique à laquelle est parvenu M. Marbec est d'une simplicité remarquable. Mais on n'a ainsi l'égalité que pour une seule introduction. En général, on voudra se rapprocher le plus possible de l'égalité pour toute une série de valeurs de l'introduction. Il faudra alors refaire la construction précédente pour plusieurs introductions distinctes, et prendre la moyenne des valeurs ainsi trouvées pour la bielle directrice. Il est bon seulement d'observer que c'est la moyenne *harmonique*, et non la moyenne arithmétique de ces longueurs que l'on doit prendre, afin de réduire l'encombrement au minimum.

(3) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 7, p. 106; n° 9, p. 142.

Digitized by Google

M. Marbec fait ensuite une étude rapide de divers systèmes de détente, en prenant pour terme de comparaison leurs caractéristiques, c'est-à-dire les lieux géométriques des extrémités des manivelles fictives qui correspondent aux différentes allures. Ces courbes permettent de se rendre compte approximativement des régulations successives de chaque système. En effet, un système de détente peut toujours être remplacé théoriquement par un tourteau tournant avec l'arbre et portant une rainure qui aurait la forme de la caractéristique, avec la tête de la bielle du tiroir placée en un point variable de cette rainure.

La considération de la caractéristique a conduit M. Marbec à imaginer une petite épure donnant pour la détente ce que donne l'épure circulaire pour une distribution, c'est-à-dire indiquant nettement la marche des divers éléments de la régulation quand on fait varier la détente. Appliquée au système Marshall, cette épure revient à couper par un cercle quatre cercles concentriques. Pour chaque allure, on n'a qu'à tracer une droite et un cercle pour obtenir tous les éléments de la régulation. Cette épure de détente permet de comparer aisément les caractéristiques, et par suite la valeur respective des divers systèmes de détente. C'est surtout à ce point de vue qu'elle nous paraît utile, car elle ne dépasse pas, comme exactitude, l'épure circulaire de Reech, dont elle dérive.

Les quatre cercles concentriques (fig. 1) ont pour rayons le double des recouvrements à l'admission et à l'évacuation (haut et bas vapeur). La longueur OA représente le rayon de l'excentrique ; l'angle γ est le

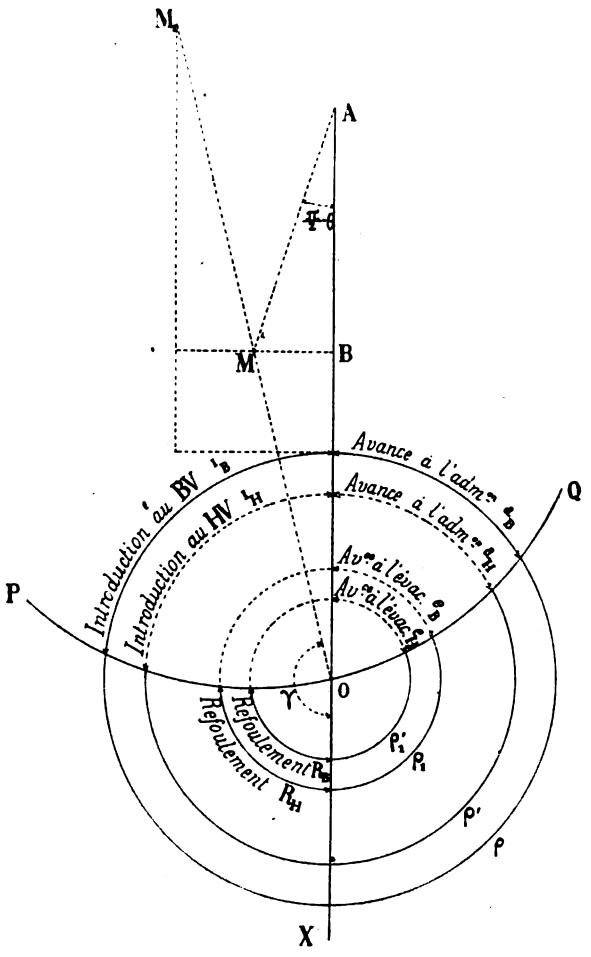


FIG. 1. — Épure de la détente Marshall, par M. Marbec.

calage ; l'angle θ correspond à une certaine position de la coulisse. Le point M est le centre du cercle PQ qui détermine d'un seul coup sur les quatre autres cercles les différentes avances, les introductions et les refoulements.

Toutefois, on arrive à une détermination précise en recourant à une méthode graphique un peu plus compliquée, mais encore très pratique. Celle-ci suppose le tracé préalable d'une courbe, lieu du point d'un segment de droite, dont les extrémités s'appuient sur deux arcs de cercle. Les intersections de cette pseudo-ellipse, tracée une fois pour toutes, avec une série de cercles, déterminent rapidement toutes les circonstances de la régulation.

M. Marbec, dans la seconde partie de son travail, s'est proposé de déterminer les efforts auxquels sont soumises les pièces des machines. La méthode par laquelle il y parvient est fort intéressante, car étant fondée sur des théorèmes généraux de mécanique plane, elle est d'une ampleur et d'une fécondité qui pourront lui mériter de devenir classique.

On se borne généralement à considérer, dans le mouvement d'une figure plane, le centre instantané de rotation et le centre des accélérations, et l'on indique dans les cours la construction de ces deux points remarquables. Mais ce ne sont là, en réalité, que deux éléments isolés du mouvement. Pour avoir la solution complète, pour connaître la loi intégrale du mouvement le plus général d'une figure plane dans son plan, il faudrait évidemment connaître non seulement la vitesse et l'accélération du premier ordre de chaque point, mais aussi ses accélérations seconde, troisième, etc. Limiter le problème aux deux éléments ordinairement considérés équivaut à limiter la valeur d'une fonction aux deux premiers termes de son développement en série. Or le mouvement du plan peut être regardé comme obtenu en donnant à tous ses points une translation égale à celle d'un point quelconque du plan, et en leur imprimant en même temps autour de ce point le mouvement de rotation défini par les accélérations successives. D'ailleurs, il existe à chaque instant dans le plan, et pour chaque ordre d'accélération, un seul point pour lequel cette accélération est nulle. Il suffit de connaître ce centre des accélérations $n^{\text{ièmes}}$ pour déterminer les accélérations de même ordre de tous les points du plan. Cette détermination se fait au moyen d'une opération très simple, à laquelle M. Marbec donne le nom de *déviation homothétique*, et qui consiste à réduire homothétiquement le rayon vecteur de chaque point, puis à le faire tourner d'un angle constant pour tous les points du plan. Quant au centre des $n^{\text{ièmes}}$ accélérations, il se construit facilement dès que l'on connaît l'accélération $n^{\text{ième}}$ de deux points. Le problème est ainsi entièrement résolu.

Cette théorie générale une fois établie, les questions relatives aux vitesses et aux accélérations premières n'en sont plus que des cas particuliers. Ainsi, on déterminera sans aucune difficulté les forces d'inertie d'un point quelconque d'un système articulé mobile. Pour une bielle, par exemple, tout revient à connaître l'accélération de deux points — ou encore, l'accélération d'un point et la courbure avec la tangente à la trajectoire d'un autre point.

Des applications aux systèmes Joy et Marshall mettent en lumière tout le parti qu'on peut tirer de cette étude. M. Marbec traite, du reste, ces exemples avec une singulière variété de ressources. Pour le Joy, il montre comment on peut partir d'un des points à mouvement simple que l'on trouve toujours sur une machine, pour déduire de proche en proche les accélérations de tous les autres points du système. Pour le Marshall, il indique une solution plus simple, fondée sur le mouvement pseudo-elliptique étudié dans la première partie de son mémoire. Il aboutit à une épure d'accélération et de vitesse d'un usage très commode.

Si maintenant on considère toutes les forces d'inertie d'un solide animé d'un mouvement plan, elles ont une résultante, passant par le centre d'inertie, et facile à déterminer en grandeur, direction et position. En y ajoutant les réactions aux articulations, on peut isoler chaque bielle du système, et trouver les efforts aux articulations, par les équations d'équilibre. L'auteur indique à titre d'exemple comment on peut déterminer, dans une machine à vapeur, le moment moteur exact.

Enfin, les théories précédentes conduisent à la détermination de la charge en un point quelconque du système articulé, puisqu'on est en possession de l'accélération de chaque point du système, grâce aux épures de géométrie établies plus haut et, en outre, des réactions exercées aux extrémités d'une bielle quelconque, en tenant compte de toutes les forces d'inertie de toutes les autres pièces, et que, par suite, on a toutes les forces extérieures agissant sur une bielle quelconque. Il suffit de chercher le moment des forces d'inertie du bout de bielle, limité à la section considérée, ce qui se fait sans peine avec une approximation suffisante. On pourra, dès lors, calculer le maximum de l'effort correspondant à la marche à outrance et à la position qui donne l'accélération maximum du tiroir, et par suite le moment de rupture exact aux points les plus chargés.

Léon VIVET,
Ingénieur.

(A suivre.)

MÉCANIQUE

TRAMWAY FUNICULAIRE DE LOS ANGELOS (CALIFORNIE)

(Planche XV.)

Les Ingénieurs qui s'occupent de la construction des tramways à traction par câbles, reconnaissent que les expériences acquises dans les premières installations de ce genre n'ont pas été mises suffisamment à contribution dans les projets ultérieurs. A quoi faut-il attribuer ce fait heureusement assez peu fréquent dans l'art de l'Ingénieur ? S'il faut en croire MM. P. W. Wood et Harry Hawgood, l'ignorance des insuccès passés est pour beaucoup dans les erreurs que l'on commet assez souvent depuis que les tramways funiculaires ont commencé à jouir d'une certaine faveur auprès des Ingénieurs et auprès des municipalités des grandes villes. Et, prêchant d'exemple, ces deux Ingénieurs ont cru de leur devoir de communiquer à leurs collègues de l'*Institution of Civil Engineers* de Londres, quelques renseignements sur une installation qu'ils ont pu étudier à Los Angelos (Californie).

Le tramway funiculaire dont il s'agit parcourt à Los Angelos la rue du Temple qui a une longueur totale de 4 785 mètres. Ainsi que le montre le profil en long (fig. 1), aucune partie de la ligne ne se trouve en palier ; par contre, les courbes sont en très petit nombre. La pente la plus forte est d'environ $^1/_9$, la courbe la plus raide a un rayon de 9m150. Entre le terminus, à la rencontre de la rue du Temple avec la Spring Street, jusqu'à l'avenue Belmont, sur une longueur de 2 582 mètres, la ligne est à double voie, tandis que le reste de la ligne (2 208 mètres) jusqu'à l'avenue Wheaton est à voie simple. Bien qu'il en résulte quelques difficultés dans l'exploitation, cette simple voie suffit cependant pour assurer le trafic. La partie à double voie de la ligne traverse un quartier dont la population est très dense,

Digitized by Google

et les recettes sont produites presque en totalité par cette partie du tramway. Cette disposition peut être blâmée au point de vue de l'Ingénieur, mais elle a été rendue nécessaire par suite des conditions exceptionnelles qui ont produit l'accroissement phénoménal de la ville ; en effet, Los Angelos comptait, il y a huit ans, 11 000 habitants, et aujourd'hui ce nombre a dépassé 50 000. A cause de cette différence dans la capacité du trafic, le service des trains est tout à fait séparé d'une partie à l'autre de la ligne. Ce fait explique la proportion inusitée de la puissance motrice actionnant les câbles en regard de celle qui sert à opérer la traction des trains. Les voyageurs sont nécessairement obligés de changer de voiture en arrivant à l'avenue Belmont.

Les conditions climatériques étaient très favorables pour construire économiquement la ligne ; en effet, on n'a pas eu besoin de prendre des précautions contre le froid, la glace ou la neige. La ligne traverse un quartier montueux, et on a dû se préoccuper de la possibilité de modifier les déclivités des rues parcourues et des rues adjacentes dans un avenir prochain.

On a commencé la construction de la portion à voie simple entre la Spring Street et l'avenue Belmont en 1886. En 1888, la ligne fut prolongée jusqu'au terminus actuel à l'ouest, et en 1889, la deuxième voie fut posée entre la Spring Street et l'avenue Belmont. Pour établir la ligne avec le minimum de dépenses, on a dû renoncer à se servir du béton pour remplir les cavités entre les chevalets supportant les traverses et les côtés de la tranchée.

Voie. — Les chevalets (fig. 2 et 3, pl. XV) sont en fonte et pèsent chacun 94 kilogr. ; ils sont placés à des distances de 1m 220 d'axe en axe. Leur forme et leurs dimensions ont été déterminées après de nombreux essais. Une pression horizontale de 1 360 kilogr. appliquée au patin supportant les rails produit un rétrécissement de la rainure de trois millimètres environ. En augmentant la pression, le rétrécissement produit est proportionnellement moindre. Lorsqu'on porte cette pression à 3 480 kilogr., le support se rompt suivant la ligne AB (fig. 2). Comme ces essais ont été faits avec des chevalets isolés, il est évident que la résistance de chaque chevalet est plus grande lorsqu'ils sont reliés entre eux par les rails. Ce fait a été d'ailleurs démontré après une année de service de la voie. De chaque côté de la conduite recevant le câble, on a fixé sur des nervures venues de fonte avec les chevalets, une pièce en bois de pin rouge de Californie qui résiste très bien à la pourriture.

Lorsqu'on a dû remplir la tranchée entièrement avec du béton, on s'est servi des chevalets représentés en coupe par la fig. 1, pl. XV. Ces supports pèsent 75 kilogr. chacun.

Les rails de roulement ainsi que les rails formant rainure (fig. 4 et 5, pl. XV) pèsent chacun 18,8 kilogr. par mètre courant, et ont une hauteur suffisante pour que les pièces en fonte se trouvent à 100 millimètres de profondeur au-dessous du sol. Les joints entre les rails de roulement et les rails formant rainure alternent, de sorte qu'un seul joint se trouve sur chaque support. Tous les autres détails sont montrés par les figures 4 et 5.

Câbles et poulies. — Les câbles en acier ont un diamètre de 25 millimètres (1 pouce), et sont constitués par 6 torons entourant une âme en chanvre (fig. 6, pl. XV). Chaque toron est composé d'abord d'un fil central de 2,25 millimètres de diamètre, autour duquel sont placés 9 fils de 1,27 millimètre de diamètre, et enfin de 9 fils extérieurs de 2 millimètres de diamètre. (Ces fils sont respectivement les numéros 11, 16 et 12 de la jauge américaine). Les fils sont tordus dans le sens opposé au sens de la torsion des torons.

Le poids du mètre linéaire du câble est de 2,52 kilogrammes. Lorsqu'un câble est posé pour la première fois, on l'enduit de pétrole brut formant mastic, qui remplit les interstices entre les trous et les fils.

Cette installation comporte deux câbles. L'un, long de 3 778 mètres, suit la voie allant du bâtiment des machines jusqu'à la station de la Spring Street (fig. 1) et revient par l'autre voie au bâtiment des machines. Le deuxième câble, ayant une longueur de 6 172 mètres, quitte le bâtiment des machines et passe, le long de la partie à double voie, jusqu'à l'avenue Belmont, suit la partie à simple voie jusqu'au terminus ouest placé à l'avenue Wheaton, et revient au bâtiment des machines en prenant, depuis l'avenue Belmont, la seconde voie de la partie à double voie.

Les câbles ont une vitesse de 12 872 mètres à l'heure pour un travail journalier de dix-huit heures. Leur durée moyenne est de vingt-sept mois, ce qui équivaut à un parcours total de 187 600 kilomètres.

Le drainage au point le plus bas de la Beandry Street (fig. 1) s'effectue dans de mauvaises conditions ; pendant la saison d'hiver, le chemin est souvent transformé en véritable marais. Le câble s'use alors très rapidement en traversant un mélange de sable et de boue ; mais on a reconnu qu'il est plus économique de remplacer le câble que de nettoyer la conduite, ce qui fait toujours perdre plusieurs jours de travail.

Fig. 1. — Profil en long.

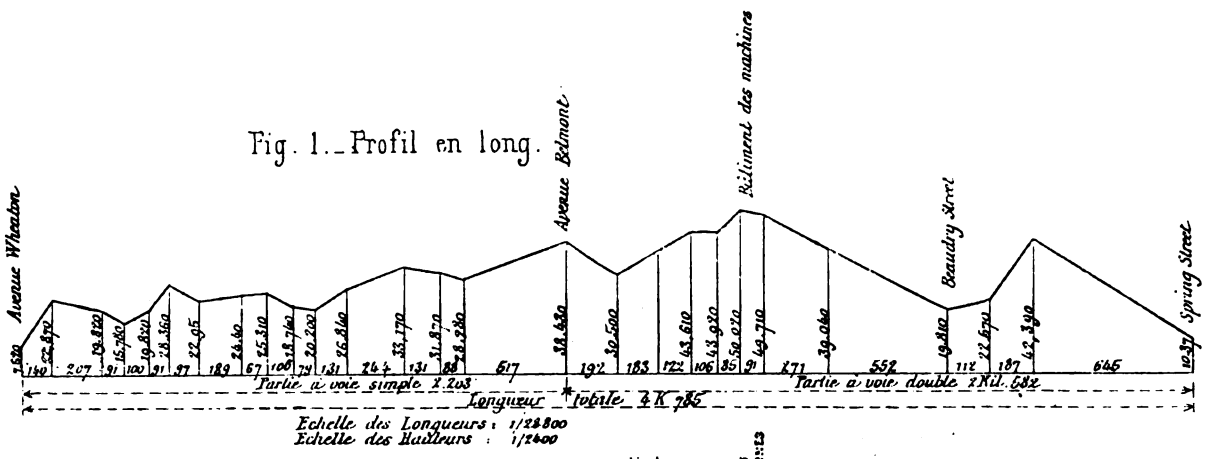


Fig. 2. — Plan.

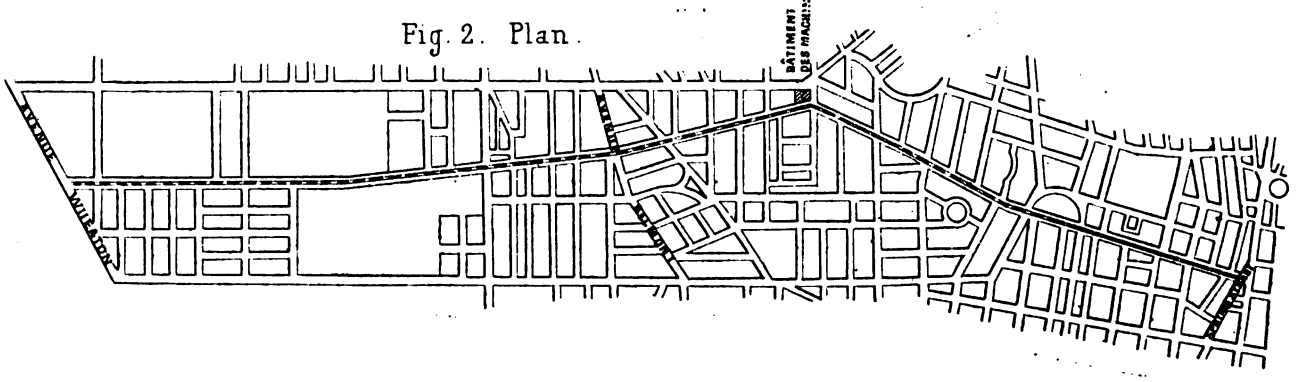


FIG. 1 et 2. — Profil en long et plan de la ligne du tramway funiculaire de Los Angelos (Californie).

Les supports des poulies (fig. 7 à 9, pl. XV) sont combinés de manière à rendre inutiles les chevalets spéciaux pour soutenir le câble. Les arêtes des nervures sont élargies en forme de queue d'aronde.

Griffe. — La griffe est à action latérale et elle est composée de deux mâchoires, de sorte que le câble peut être saisi de n'importe quel côté. On agit sur un volant qui met en rotation une vis engagée dans un écrou C (fig. 3), en soulevant ou abaissant la plaque du milieu F qui est reliée par deux boulons à la boîte de griffe supérieure ; la course verticale maximum est de 162 millimètres. Les boîtes de griffe supérieures, qui sont en cuivre rouge, sont fixées, chacune d'un côté, aux plaques latérales EE ; elles portent des mâchoires évidées en fonte de 188 millimètres de longueur et de 32 millimètres de largeur, par lesquelles le câble est saisi. En outre, la boîte inférieure est munie de 4 galets à gorge de 88 millimètres de diamètre sur lesquels le câble peut glisser. La griffe est soutenue par les supports H (fig. 3), dont les extrémités sont fixées sur la caisse du véhicule, sans que cette fixation soit rigide, mais admettant un jeu considérable. Pour agir sur la griffe, la plaque du milieu F est abaissée par l'intermédiaire du volant et de la vis jusqu'à ce que la boîte de griffe inférieure se trouve au-dessous du câble. Ensuite, le volant est tourné dans la direction opposée à celle que le câble doit prendre, ce qui place la boîte de griffe inférieure au-dessous du câble, ainsi qu'il est montré par la ligne ponctuée de la figure 3, pl. XV, etc.

Les mâchoires sont en fonte ; leur usure est compensée en insé-

Digitized by Google

rant des coins. Pour empêcher l'engorgement des creux des poulies, on a fixé sur un côté de la griffe des petits noyaux en cuivre AA (fig. 11), qui nettoient la surface des poulies.

Passage en courbe. — Ainsi que le montrent les figures 12 à 14, planche XV, le passage en courbe s'effectuera d'une manière très simple sur la partie en voie double. Les poulies pour passage en courbe ont un diamètre de 610 millimètres et sont placés sur fondations isolées entre les chevalets supportant la voie, dont ils sont complètement indépendants. Un guide en acier oblige la griffe à passer à côté des poulies; il est formé d'une pièce de 100×12 millimètres. Sur la partie à simple voie, un câble est placé plus haut que l'autre, et des poulies pour passage en courbe sont placées alternativement pour le câble haut et pour le câble bas.

Machines motrices. — Deux machines du système Corliss, sans condensation, actionnent les câbles; elles ont respectivement des cylindres de 450 et 400 millimètres de diamètre et de 1 050 à 900 millimètres de course de pistons. La grande machine sert de réserve, la petite étant plus économique. Les figures 15, 16 et 17 donnent tous les détails de la transmission.

T. C. H.

ESSAIS DE DÉFORMATION JUSQU'A RUPTURE

pratiqués en Autriche sur des poutres préparées avec des profilés de diverses natures de métal.

La Société autrichienne des Ingénieurs et architectes a fait procéder récemment à des essais de déformations poussées à outrance sur des treillis formés de fers profilés, cornières et doubles T assemblés; elle a déterminé la résistance à la rupture de ces assemblages en la rapprochant de celle des éléments qui les constituaient, de manière à en déduire la réduction que le travail de mise en œuvre leur avait fait éprouver.

Ces essais ont été pratiqués sur la demande du Gouvernement autrichien, à l'occasion de la construction du pont de Czernavodo sur le Danube; ils ont porté en même temps sur diverses natures de métal et ils ont permis, par suite, d'apprécier la résistance individuelle de chacune d'elles. Comme il s'agit dans ces expériences d'essais spéciaux qu'on ne pratique pas habituellement sur les poutres mêmes, nous croyons intéressant de donner ici quelques renseignements sur les résultats obtenus.

La Commission d'expériences comprenait sept Ingénieurs-constructeurs dont deux s'occupant spécialement des ponts, deux métallurgistes et deux professeurs de l'Ecole de Vienne, et on y adjoignit plus tard un professeur de l'Ecole de Brünn et le Directeur général de la Compagnie métallurgique autrichienne. Cette Commission procéda d'abord à de nombreux essais à la traction sur les divers profilés qu'elle comptait mettre en œuvre; ces profilés étaient préparés, comme nous l'avons dit, avec des métaux de diverses natures, fer forgé de Bohême, fer de Styrie, acier Thomas, acier Martin basique de duretés différentes, correspondant aux teneurs en carbone de 0,10 et 0,14 °/₀.

On constitua ensuite avec les profilés de chaque provenance une poutre assemblée qu'on soumit à un effort de déformation poussé jusqu'à la rupture. Chaque poutre avait 10 mètres de portée entre les supports, et 1m18 de hauteur; elle comportait deux semelles en forme de T reliées ensemble par un assemblage en treillis comprenant 8 croix de Saint-André, et 9 tirants verticaux. Les semelles étaient formées d'une âme verticale de 0m25 sur 0m010, renforcée latéralement par deux cornières de $70 \times 70 \times 10$ avec un fer plat horizontal de $0^m165 \times 0^m010$. Les tiges de tension des croix de Saint-André étaient formées de barres carrées de 90×10; les tiges de compression comprenaient deux cornières de $70 \times 70 \times 10$ réunies par une de leurs ailes, et rivées sur les barres de traction. Les montants verticaux étaient formés par deux cornières de $70 \times 70 \times 10$.

Pour obtenir enfin un assemblage présentant une résistance suffisante au déversement, et se rapprochant ainsi des dispositions adoptées en pratique, on prit deux poutres pareilles préparées avec des profilés de même nature, et on constitua une sorte de tube creux en les assemblant par des treillis horizontaux réunissant les semelles supérieures d'une part, et les semelles inférieures d'autre part.

Pour effectuer l'essai, on exerçait au milieu de la portée des efforts graduellement croissants, dont on mesurait l'intensité au moyen d'une bascule romaine. On notait les déformations, et l'application de la charge était poussée jusqu'à déterminer la rupture. Dans la disposition adoptée : la charge C (fig. 1) agissant sur le plateau de la romaine exercait en A à l'extrémité de la poutre un effort qui est contrebalancé par celui d'une presse hydraulique dont le piston comprime la poutre en son milieu, et ramène ainsi le levier de la romaine à une position horizontale, ce qui permet d'apprécier l'effort exercé par la presse.

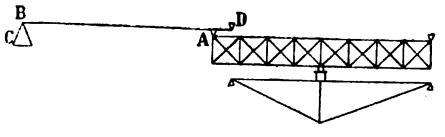


FIG. 1.

La charge initiale appliquée produisait un effort de 4 kilogr. par millimètre carré sur les deux panneaux du centre, et on ajoutait ensuite des charges croissantes de 2 en 2 kilogr. qu'on laissait en action pendant quelques minutes.

Après l'application de chacune des charges, on relevait les déformations de diverses poutres, ce qui a permis d'établir pour chacune d'elles des courbes résumant les résultats de ces essais.

Les épreuves ont porté sur huit types de poutres ainsi constituées :

1° Profilés en acier Thomas;
2° — acier basique sur sole à 0,10 de carbone;
3° — fer forgé de Styrie;
4° — acier basique sur sole à 0,11 de carbone;
5° — acier basique sur sole à 0,14 de carbone;
6° — du même acier basique, assemblés dans des conditions ordinaires, sans soins particuliers avec les trous de rivets simplement poinçonnés;
7° Profilés du même acier basique, assemblage particulièrement soigné. Les trous de rivets sont forés, et les rivets posés à la presse hydraulique;
8° Profilés en fer forgé de Bohême.

On essaya, en outre, deux autres poutres en tôle pleine, l'une en acier sur sole, et l'autre en vieux fer qui avait été mise en service pendant un an.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus en indiquant pour chaque type de poutre la résistance à la rupture qu'elle a présentée par unité de section des pièces chargées. Celle-ci est rapprochée des données caractéristiques de ces éléments, charge de rupture et allongement moyen avant l'assemblage, permettant ainsi d'apprécier la réduction qu'elles ont subie par suite de ce travail.

La charge de rupture de la poutre est représentée par deux chiffres, l'un donnant la charge exercée sur la semelle du panneau central au moment de la rupture, et l'autre celle qui est exercée sur la section la plus fatiguée.

Résumé des résultats observés.

Désignation	Résultats moyens		Charge de rupture des poutres		Rapport de la charge de rupture de la poutre à celle des profilés.
	Charge de rupture des profilés.	Allongement des profilés sur 20 centim.	Mesurée sur la semelle.	Sur la section la plus fatiguée.	
	kilogr.	°/₀	kilogr.	kilogr.	°/₀
1 Acier Thomas	38,6	25,8	26	29,7	75
2 Acier Martin à 0,10 °/₀	41,5	25,1	33	37,6	90
3 Fer forgé de Styrie	41,5	23,7	27.6	30,6	73
4 Acier Martin à 0,14 °/₀	46,5	26,6	36	39	84
5 Acier Martin, assemblage ordinaire	39	28,2	30.4	34,8	89,7
6 Acier Martin, assemblage peu soigné	38,3	28,0	27,8	31,8	83
7 Acier Martin, assemblage très soigné	38,8	21,0	32,9	37.4	97
8 Fer forgé de Bohême	35,2	11,6	27,8	31,9	90
9 Acier Martin, poutre pleine	38.8	21.4	31,9		»
10 Vieux fer forgé, poutre pleine	»	»	29,8		»

Ces épreuves montrent tout d'abord que la pièce assemblée éprouve toujours une diminution de résistance très appréciable par rapport aux éléments dont elle se compose, et cette réduction peut varier elle-même dans une mesure importante suivant le soin apporté au travail de mise en œuvre. On n'obtient, en effet, que 83 °/₀ de la résistance moyenne des profilés avec un assemblage peu soigné, tandis qu'en opérant sur le même métal, mais avec tous les soins nécessaires, on peut arriver à 97 °/₀, et augmenter ainsi la résistance de l'ouvrage de plus de 14 °/₀.

En ce qui concerne les métaux, on voit que l'acier Martin obtenu sur sole basique tenant 0,10 à 0,14 de carbone a donné les résultats les plus satisfaisants, et la Commission l'a adopté de préférence à l'acier Thomas (obtenu au convertisseur) et au fer forgé.

Dans les essais qu'elle a pratiqués d'autre part sur le métal basique doux, la Commission a reconnu, d'ailleurs, qu'il était particulièrement bien approprié aux travaux de chaudronnerie, car il supporte les travaux d'emboutissage, de percement des trous, dans des conditions au moins aussi satisfaisantes que le fer; il a une homogénéité parfaite et une grande malléabilité; sa résistance n'est pas modifiée par le sens du laminage; aussi la Commission a-t-elle proposé d'adopter définitivement le métal fondu pour la construction des ponts.

Le fer a donné des résultats assez satisfaisants, mais la limite d'élasticité et la résistance à la rupture n'atteignent pas celles de l'acier doux. D'autre part, le fer de Bohême s'est montré inférieur au fer de Styrie.

Quant à l'acier Thomas (obtenu au convertisseur basique), la Commission a reconnu qu'il avait donné, dans certains cas, des résultats fort remarquables, mais elle a estimé que ces résultats étaient encore trop irréguliers pour qu'il convînt de l'adopter dans les constructions.

On fait cependant remarquer à ce sujet qu'en Allemagne l'acier Thomas est employé dans les mêmes conditions que l'acier sur sole, car les produits obtenus présentent toute la régularité désirable.

L. BACLÉ,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Digitized by Google

CHEMINS DE FER

GARE DE TRIAGE DE SHILDON
sur le North-Eastern Railway (Angleterre).

Nous extrayons des publications faites par le Congrès international des chemins de fer de 1889, une note rédigée par la Compagnie du North-Eastern Railway sur les conditions d'établissement de la grande gare de triage de Shildon, placée à la limite du bassin houiller sud de Durham.

Un grand nombre de houillères sont exploitées dans les vallées formées par la Weas et ses affluents, et le massif qui sépare la vallée de la Weas de celle de la Tees est traversé par un tunnel de 1200 mètres environ de longueur. Les lignes desservant le district houiller se réunissent en deçà de la tête nord du souterrain, et tout le trafic du bassin afflue à Shildon, qui est situé à une petite distance de la tête sud. La gare de Shildon est donc convenablement placée pour opérer les triages indispensables à la bonne et prompte distribution du trafic; elle reçoit les produits de 120 houillères ou carrières environ, et les expédie sur 200 destinations. Le travail de triage à effectuer est donc compliqué.

A Shildon, les wagons sont mus uniquement par la gravité, sans le concours des locomotives. L'inclinaison donnée aux voies est en moyenne de $^1/_{128}$ environ.

Il y a à proprement parler deux gares de triage distinctes: celle des wagons chargés et celle des wagons vides.

Wagons chargés. — Voici comment on opère avec les trains chargés: Un train arrivant du côté ouest est conduit sur la voie VV du plan pour dégager les voies principales. Si un obstacle empêche sa marche au delà, le train est arrêté et laissé sur cette voie; mais il est très rare qu'on soit obligé d'agir ainsi. Généralement, le train ne fait que traverser la voie VV pour se rendre sur l'une des cinq voies de réception indiquées sur le plan par la lettre A; ces cinq voies peuvent contenir ensemble 265 wagons. La machine est ensuite détachée et elle se rend, par une voie de circulation contiguë aux voies principales, soit à l'extrémité Est des garages, où elle prend un train chargé pour cette direction, soit au poste Y (dit de Middridge), où elle traverse les voies principales pour se rendre aux garages affectés aux wagons vides; là, elle prend un train de wagons vides et le conduit aux houillères.

Avant que le train entre sur les voies de réception, alors qu'il est encore en mouvement, on en détache le fourgon de queue. Ce fourgon, poussé par la gravité, descend sur la voie de circulation et y rejoint la machine qui vient de laisser sa charge sur les voies de réception.

A l'extrémité Est des voies de réception stationne une équipe qui, aussitôt le train abandonné par la machine, s'en empare. Les graisseurs et les visiteurs voient si toutes les roues sont bien graissées et si les wagons sont en état de rouler, puis des manœuvres coupent le train et le divisent en lots de 1, 2, 3 wagons, d'après leur destination. Ces lots sont ensuite dirigés, sous l'action de la gravité, sur l'une des trente-neuf voies de triage (voies B, C et D du plan). Ces trente-neuf voies, qui peuvent recevoir 1652 wagons, servent à la formation des trains des diverses directions. Un manœuvre accompagne chaque lot de wagons. Il est monté sur l'un d'eux, mais il saute à terre et court en avant si les aiguilles sont mal faites. En dernier lieu, il arrête, au moyen du frein, le lot sur la voie désignée pour le recevoir. Ceci fait, il retourne vers les voies de réception et commence une nouvelle opération.

Les agents de manœuvres se fatigueraient beaucoup s'il leur fallait revenir du faisceau le plus éloigné des voies de triage (faisceau D) aux voies de réception. Aussi abandonnent-ils, sur la voie qui conduit à la tête de ce faisceau (placée entre les groupes B et C), les wagons qui doivent y être conduits. Ces wagons sont, d'ailleurs, repris par une seconde équipe placée au poste du milieu (poste X).

Aussitôt formés, les trains sont expédiés vers l'est et le sud. Les machines les prennent directement sur les voies de triage suivant l'ordre donné par le chef de manœuvre, qui stationne dans le poste placé près de la tête des faisceaux (poste X). Deux voies d'attente reçoivent les trains formés sur les voies de triage toutes les fois que ces voies doivent être rendues libres pour de nouvelles opérations et qu'il n'y a pas de machine prête pour conduire les trains vers l'est ou le sud. Il existe également une voie avec pont à bascule pour le pesage des wagons.

Comme on le voit, la gare des wagons chargés ne comporte pas de grils de classement. C'est ce qui oblige à exécuter les classements indispensables par ordre géographique, au moyen d'une locomotive de gare manœuvrant sur la partie inférieure des voies de triage inoccupées, c'est-à-dire dans de médiocres conditions d'utilisation.

Voies pour les wagons vides. — A la gare des wagons vides, les conditions du service étaient encore moins favorables il y a quelques années, les voies de triage étant terminées en cul-de-sac: avec cette disposition, tout départ de train interrompait les manœuvres de triage. Actuellement, le faisceau de triage, dont la tête amont n'a pas été modifiée, a été prolongé vers le bas du plan incliné, et divisé de ce côté en deux groupes dont les voies sont raccordées par des aiguilles. Ces deux groupes communiquent avec un faisceau spécial de voies de départ dont la gare a été également dotée: pour l'un d'eux, la communication est directe; pour l'autre, elle se fait par l'intermédiaire d'un gril de classement qui permet de faire subir, presque sans frais, un second triage aux wagons qui suivent cette voie pour se rendre à celles de départ.

Les manœuvres auxquelles les wagons vides sont soumis diffèrent donc légèrement de celles qui viennent d'être indiquées pour les wagons chargés.

Les trains quittent la voie principale au poste Y (dit de Middridge), et se dirigent, par une voie indépendante de circulation, vers l'extrémité supérieure des garages, où ils entrent, par refoulement, sur les voies de réception (faisceau E du plan); ces voies, au nombre de six

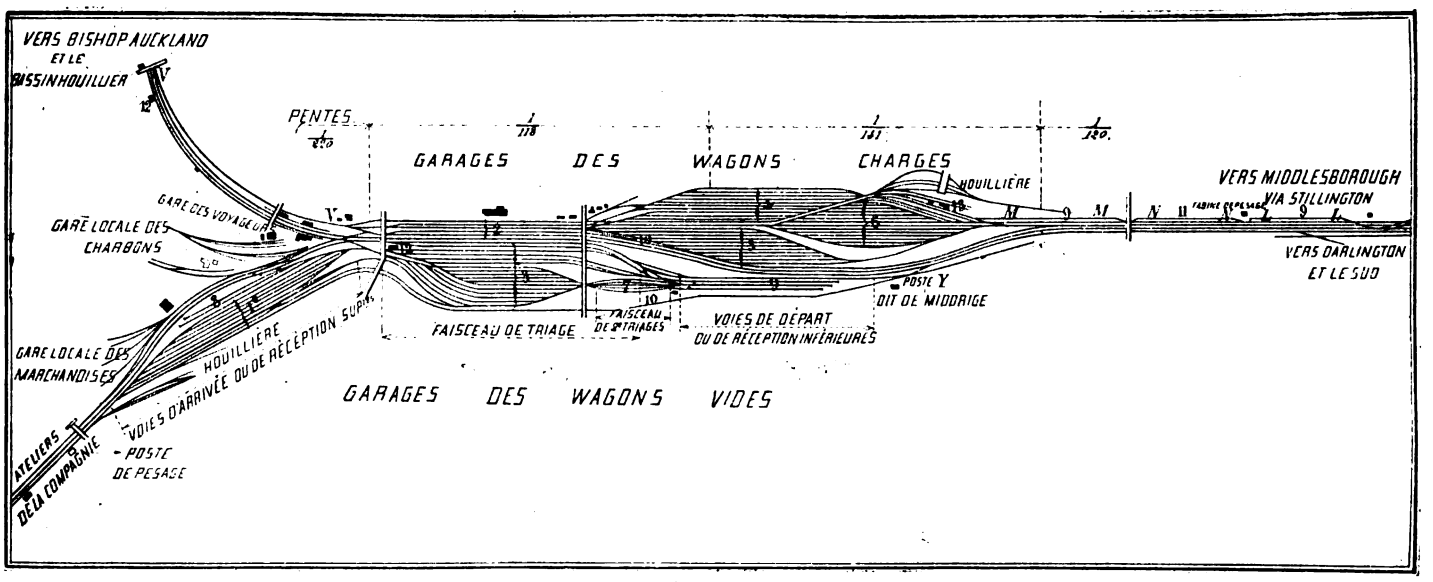


FIG. 1. — Plan de la gare de triage de Shildon.

peuvent contenir 386 wagons. Ceux-ci descendent de ce faisceau de la même façon que les wagons chargés des faisceaux B, C, D, sur dix-sept voies de triage qui peuvent recevoir 894 wagons. La machine, aussitôt libre, va prendre un autre train à l'extrémité inférieure des garages.

Les wagons vides sont triés, pour être envoyés aux houillères, d'après le même système que les wagons pleins reçus de ces dernières.

Ces wagons sont de deux sortes:

1° Des wagons appartenant à la Compagnie;

2° Des wagons appartenant aux propriétaires des différentes houillères.

Les wagons arrivent à Shildon pêle-mêle. Ils sont triés de manière à réunir en lots séparés les wagons du North-Eastern et ceux de chaque houillère. On peut envoyer les wagons de la Compagnie à n'importe quelle houillère et en nombre quelconque (suivant les besoins); les autres wagons sont dirigés sur la houillère à laquelle ils appartiennent.

Du côté des wagons chargés comme du côté des wagons vides, des voies sont ménagées pour recevoir les wagons avariés en attendant leur passage aux ateliers de réparation.

Importance du travail. — En 1883, 664 570 wagons contenant 5 014 435 tonnes de houille et de pierres diverses ont été manutentionnés sur les garages affectés aux trains chargés. A ce chiffre correspond une moyenne, par jour de travail, de 2137 wagons contenant 16 213 tonnes. Le maximum, dans cette année, a été de 2663 wagons pour une journée.

Le moment de la journée où le travail est le plus grand, les trains des houillères se succédant avec une très grande rapidité, est l'après-midi. Le 15 mai 1889, entre quatre et six heures du soir, c'est-à-dire en deux heures, 630 wagons chargés ont été manœuvrés. Le total, pour cette journée, a été de 2044 wagons chargés.

Ordinairement, à partir du moment où un train de 40 wagons est arrêté sur une des voies de réception, il faut cinq minutes environ pour l'examiner, le graisser, le décomposer en lots de 4 à 5 wagons,

Digitized by Google

en moyenne, et pour conduire ces lots sur la voie de triage à laquelle ils sont destinés.

Sur les garages affectés au matériel vide, 655 926 wagons vides et 19 337 wagons pleins, soit un total de 675 263 wagons, ont été manœuvrés pendant l'année 1883. La moyenne par jour de travail ressort à 2 168.

Si on additionne les chiffres ci-dessus, on trouve que le travail, pour une année, correspond à 1 339 833 wagons triés, soit à 4 305 wagons par jour de travail.

Heures de travail. — Du côté des wagons chargés, on travaille de sept heures du matin à minuit. Une équipe travaille de sept heures du matin à six heures du soir, et une seconde, de une heure de l'après-midi à minuit. Les deux équipes sont donc présentes au moment chargé de la journée.

Du côté des wagons vides, le travail n'est pas interrompu ; on manœuvre nuit et jour.

L'usage des différents groupes de voies et leur longueur totale sont donnés dans le tableau ci-dessus. La surface que les voies couvrent est de 11 hectares et demi environ.

La pente des voies de garage est de $^1/_{128}$ en moyenne. Elle est plus raide à la partie supérieure des garages et moindre à la partie basse. C'est ce qui doit être : une pente plus forte est en effet utile au point où les trains sont rompus en lots, afin que la gravité suffise pour mettre ces lots en mouvement.

L'opinion des Ingénieurs de la Compagnie est que, pour les opérations de triage, les pentes plus faibles que $^1/_{128}$ ne sont pas admissibles, et que les pentes supérieures à $^1/_{100}$ doivent également être écartées.

Une gare importante de triage a été établie récemment aux environs de Middlesborough, postérieurement à celle de Shildon. La plateforme inclinée de la gare est en remblai. Une pente uniforme de $^1/_{110}$ a été adoptée, sauf en trois points, où les voies ont été établies en pente de $^1/_{100}$ sur de faibles longueurs, afin d'augmenter la vitesse initiale des lots de wagons destinés à être triés. Il a été reconnu par la pratique que ces pentes sont bien appropriées aux besoins.

Avec les dispositions que nous venons de décrire, les wagons ne font aucun parcours inutile ; de plus, toute fausse manœuvre se trouve supprimée, les wagons marchant tous dans le même sens, suivant des itinéraires qui ne s'entrecroisent pas.

INDICATION DES VOIES	VOIES AFFECTÉES aux TRAINS CHARGÉS			VOIES AFFECTÉES aux TRAINS VIDES			TOTAL DES VOIES AFFECTÉES AUX TRAINS CHARGÉS ET AUX TRAINS VIDES		
	Nombre de wagons	Longueur utilisable	Longueur totale	Nombre de wagons	Longueur utilisable	Longueur totale	Nombre de wagons	Longueur utilisable	Longueur totale
	wagons	mètres	mètres	wagons	mètres	mètres	wagons	mètres	mètres
Voies de réception	265	1.453	2.133	386	2.118	2.955	651	3.571	5.088
Voies de triage	1 632	9.066	12.874	894	4.905	6.731	2.546	13.971	19.605
Second faisceau de voies de triage	»	»	»	56	307	667	56	307	667
Voies d'attente des trains formés	86	472	578	150	822	914	236	1.294	1.492
Voies pour usages divers	278	1.526	2.194	70	387	578	348	1.913	2.772
Voies indépendantes de circulation	»	»	3.880	»	»	3.352	»	»	7.132
TOTAUX	2.281	12.517	21.559	1.556	8.539	15.197	3.837	21.056	36.756

LOCOMOTIVE « EXPRESS »
de la Compagnie des Chemins de fer américains Philadelphie à Reading.

Le dessin ci-joint (fig. 1), que nous reproduisons d'après *Industries*, donne une vue d'ensemble de la locomotive n° 206, du type Woottan.

Cette machine a fourni récemment une course de vitesse remarquable entre les stations de Neshaming Falls et Langhorne. La plus grande vitesse atteinte a été de 1 kilomètre 609 mètres en 39 seconde $^4/_5$. Le trajet le plus rapide a été de 8 kilom. 45 mètres en 3 minutes 26 secondes $^4/_5$; un autre trajet de 16 kilom. 90 a été parcouru en 7 minutes 12 secondes, soit une moyenne de 1 kilom. 609 mètres en 43 secondes environ.

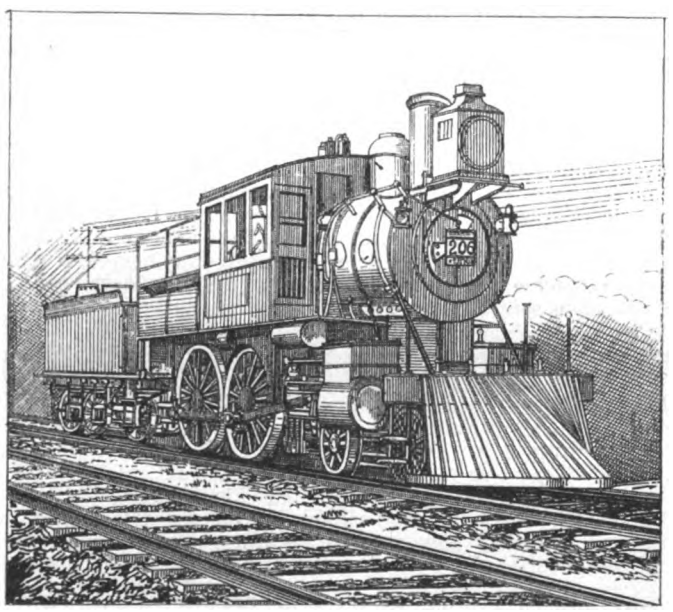


FIG. 1. — Locomotive « express » de la Compagnie des chemins de fer américains Philadelphie à Reading.

Le train, qui avait été composé spécialement, comprenait deux wagons ordinaires et le wagon du Président de la Compagnie qui équivaut comme poids à celui de deux voitures ordinaires.

La locomotive est du type des locomotives « Express » à huit roues, avec un foyer du système Woottan. Les roues motrices ont 1m 700 de diamètre.

Cette machine a été construite dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer Philadelphie à Reading.

CORRESPONDANCE

Accouplement métallique pour conduites des freins à air comprimé.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

Le nombre considérable des accidents de chemins de fer, portés à la connaissance du public par les journaux, est fait pour inspirer des réflexions à tous : aux voyageurs, en premier lieu, puis aux directeurs et aux administrateurs des Compagnies. Le *Génie Civil* (1) a déjà publié, à ce sujet des documents d'une grande utilité.

Nous croyons utile de signaler dans l'ordre technique un appareil qui vient d'être proposé par son inventeur, M. Boisson, chef d'atelier des chemins de fer du Midi. C'est un accouplement métallique à poignée pour conduites principales des freins à air comprimé appliqués aux véhicules de chemins de fer.

Quelques mots d'explication sont nécessaires pour bien marquer le progrès réalisé.

Aucun Ingénieur n'ignore qu'actuellement la sécurité des trains si lourds et si rapides qui circulent sur nos grandes lignes françaises, dépend en majeure partie du frein placé sous la main du mécanicien et qui doit être à chaque minute en état de fonctionner sous peine d'exposer le train aux plus grandes chances d'accident. Ce frein est, sur la plupart de nos grands réseaux, un frein à air comprimé, et les sabots de tous les véhicules, depuis la machine jusqu'à la queue du train, sont actionnés par l'air canalisé dans une conduite principale qui règne sur toute sa longueur. Cette conduite est, d'après le mode même de composition du train, formée de portions fixes et de parties séparables. Ces dernières ont été, dès l'origine des freins à air, formées de boyaux en caoutchouc pourvus de mains d'accouplement et fixés sur des tuyaux portés par les véhicules. Mais ces boyaux ont une durée assez faible et très irrégulière suivant la qualité du caoutchouc, et des ruptures fréquentes se produisent en pleine marche du train. Ce dernier s'arrête brusquement, les agents du train remédient à l'avarie en isolant de l'autre une partie du frein, et le train, après un certain temps perdu, se remet en marche avec un frein amoindri. Cette situation dure jusqu'à la station terminus, exposant parfois les voyageurs à être désagréablement secoués par suite des réactions de la partie non freinée du train sur la partie freinée.

En présence de pareils inconvénients amenant tout au moins des incidents fréquents, pouvant devenir dangereux, les inventeurs se sont mis à l'œuvre pour chercher des accouplements entièrement métalliques, ayant par suite la solidité et la durée de tous les autres organes des machines ou des voitures. M. J.-B. Personne, dans la *Revue des Chemins de fer*, signalait, en avril 1887, les accouplements proposés par MM. Landry, Drummond, Boisson, Alley, Lerède, Benoist, Lecou-

(1) Voir le *Génie Civil* tome XX, n° 3, p. 43; n° 4, p. 54; n° 6, p. 99; n° 7, p. 113 et n° 13, p. 209.

Digitized by Google

TRAMWAY FUNICULAIRE DE LOS ANGELOS (Californie.)

Fig. 4. Rail de roulement.

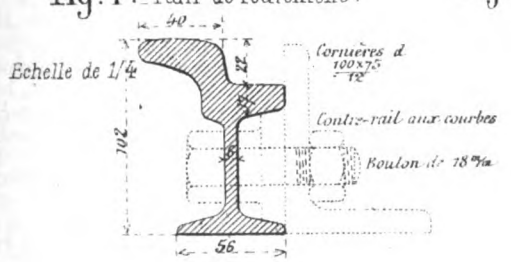


Fig. 1. Chevalets pour remplissage avec du béton

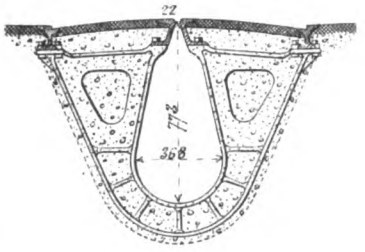


Fig. 5. Rail formant rainure.

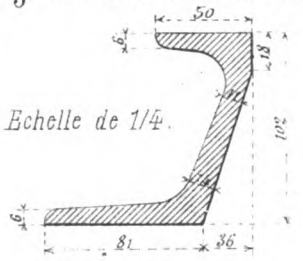


Fig. 9.
Support de poulies

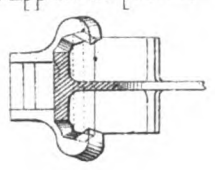


Fig. 12 à 14. Passage en courbes.

Fig. 12. Plan.

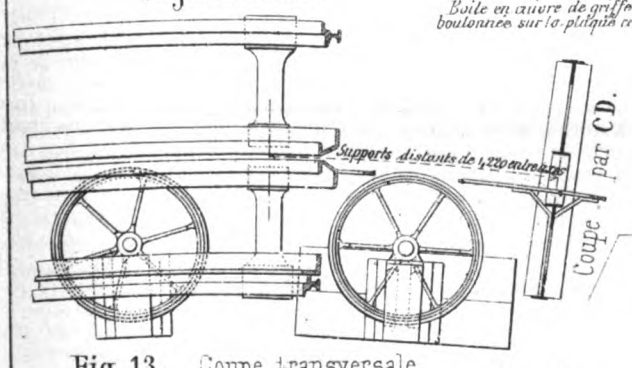


Fig. 13. Coupe transversale.

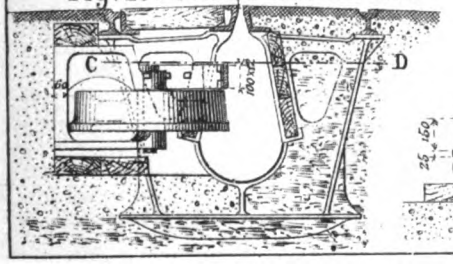


Fig. 14.
Elévation.

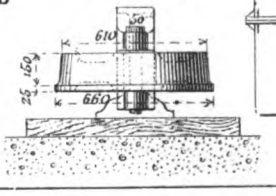
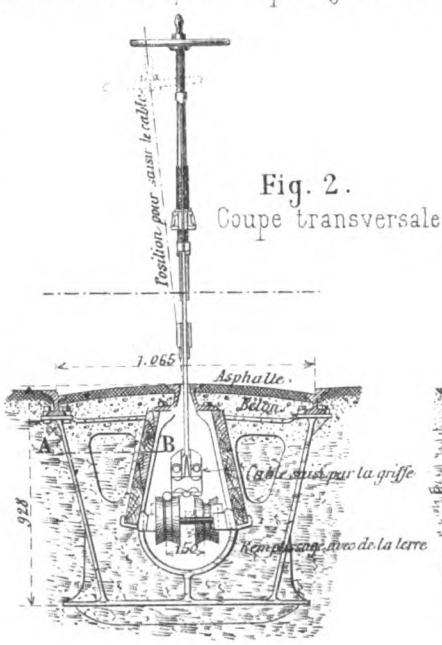


Fig. 2 et 3. Chevalets pour remplissage avec de la terre.

Fig. 2.
Coupe transversale



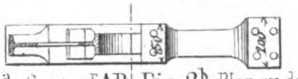


Fig. 2ª Coupe par AB. Fig. 2ᵇ Plan au dessous des rails.

Fig. 6. Section transversale du cable (Grandeur d'exécution)

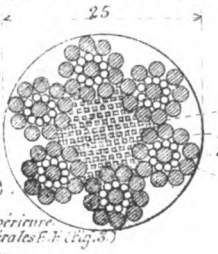


Fig. 10.
Elévation de la griffe.

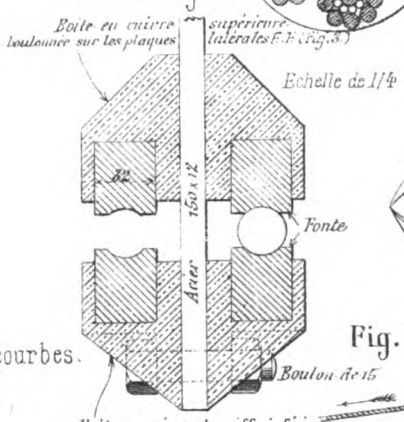


Fig. 3. Coupe longitudinale.

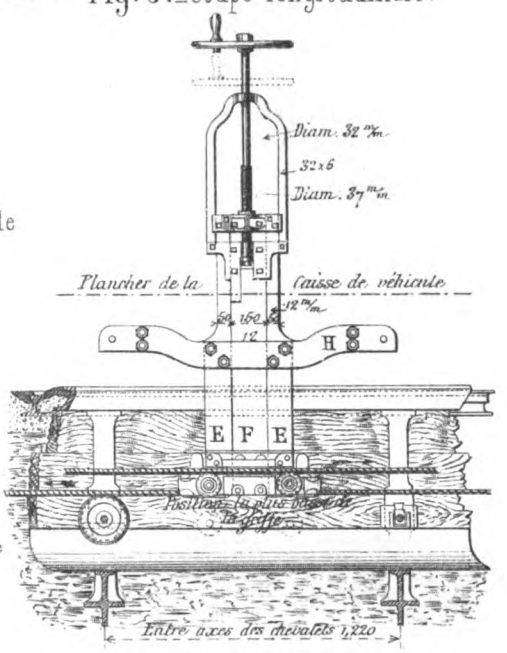


Fig. 7.

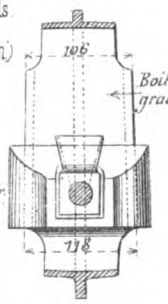


Fig. 8.

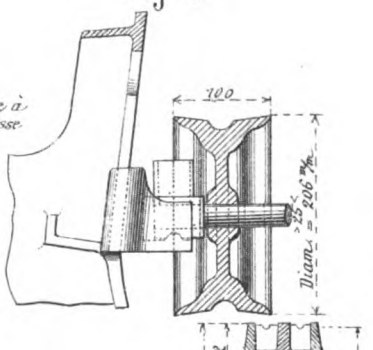


Fig. 11. Plan.

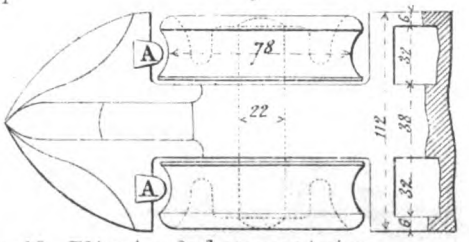


Fig. 16. Elévation de la transmission

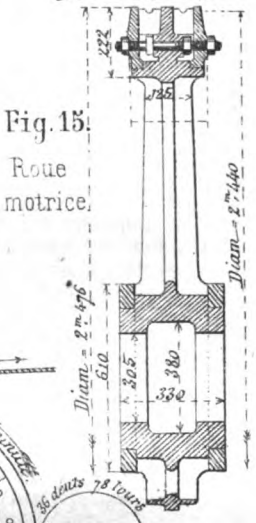


Fig. 15.
Roue motrice.

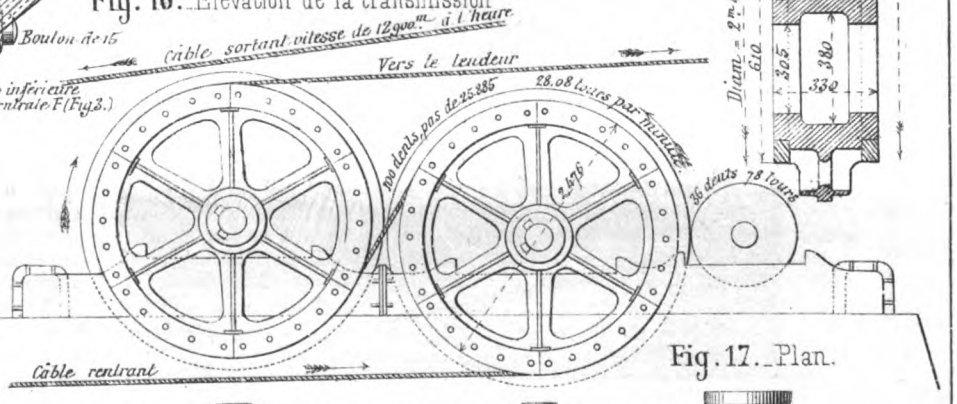
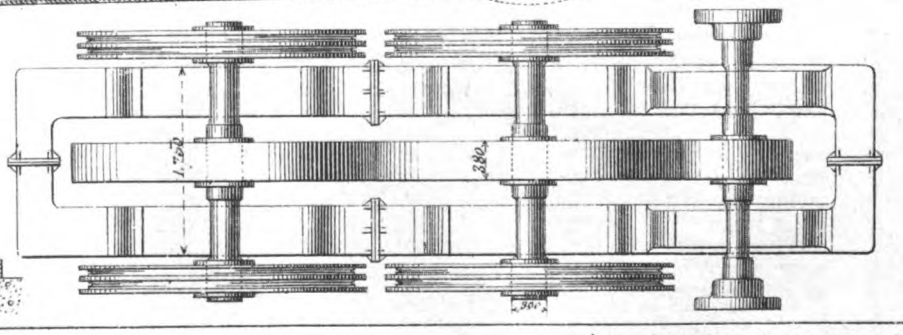


Fig. 17. Plan.



Imp^te Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

teux et Garnier, Mignon et Rouart, Westinghouse, et les systèmes étudiés par les Compagnies de l'Ouest, de l'Est et du P.-L.-M. Mais, malgré les efforts de ces inventeurs, aucun appareil ne s'est imposé jusqu'ici au point d'être universellement admis.

On reconnaît aux systèmes proposés jusqu'à présent autant d'inconvénients que d'avantages, et l'on peut dire qu'en général on en est presque toujours resté aux boyaux primitifs en caoutchouc.

M. Boisson, en modifiant son premier appareil, est arrivé à un système étanche, simple et sûr. Depuis deux ans déjà cet appareil fonctionne avec succès sur des voitures de la Compagnie du Midi; on peut donc dire que cet accouplement a fait ses preuves.

Il se compose, en principe (fig. 1 et 2), d'un tube rigide en fer articulé à ses extrémités :

1° Avec la conduite principale des véhicules au-dessus du robinet d'arrêt;

2° Avec la main d'accouplement et suivant l'axe central de cette dernière.

Cet appareil présente une particularité qui réside dans la possibilité de produire la réunion des mains par un simple mouvement alternatif de rotation de ces pièces autour de leur axe central; des poignées analogue à la précédente au point de vue de la disposition des deux pièces mobiles de cette articulation. Ces deux pièces sont maintenues entre elles par une tige centrale; l'une de ces pièces, formant boîte, est vissée sur la main d'accouplement disposée en conséquence.

Un ressort à spirale est logé dans cette boîte; il bute, par ses extrémités, contre des taquets venus de fonte aux endroits voulus sur les deux pièces mobiles, et tend à ramener ces dernières suivant une position constante. Ce ressort remplace l'élasticité du boyau en caoutchouc qui, par sa forme cintrée, après accouplement, assure la position des mains jointes entre elles, quel que soit le mouvement des véhicules.

Comme précaution indispensable, certaines pièces de ces articulations sont étamées, afin d'éviter l'action nuisible du cuivre sur le caoutchouc lors d'une immobilisation prolongée; le jeu des pièces est ainsi assuré d'une façon certaine.

La figure 4 indique la disposition de la main d'accouplement pour les freins du système Wenger.

On le voit, l'appareil est d'une grande simplicité théorique et, en raison des résultats pratiques déjà obtenus, il paraît appelé à un sérieux avenir. Avec lui, plus de ruptures de boyaux, plus de secousses désagréables pour les voyageurs, plus d'arrêts brusques et

Fig. 1 et 2 Disposition générale de l'accouplement

Fig 1. Elévation suivant AB

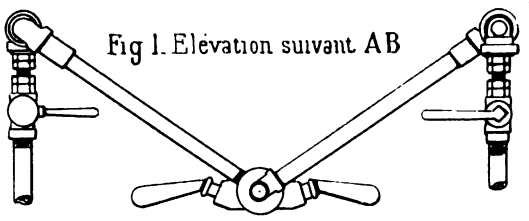


Fig. 2. Plan suivant l'axe de la voiture

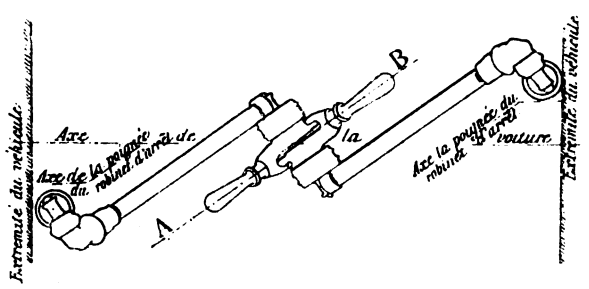


Fig 3. Coupe et détails de l'accouplement

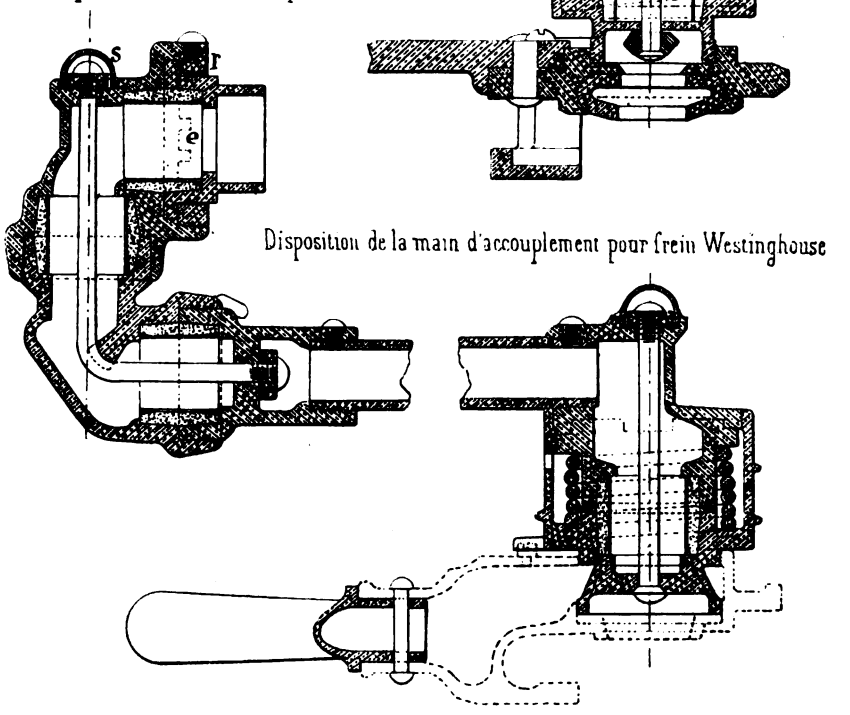
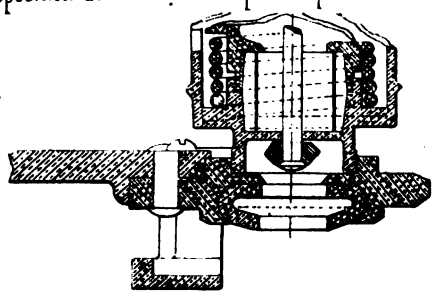


Fig 4. Disposition de la main d'accouplement pour frein Wenger



Disposition de la main d'accouplement pour frein Westinghouse

FIG. 1 à 4. — Accouplement métallique à poignée pour conduites principales des freins à air comprimé.

fixées sur ces mains servent à l'opération, qui est ainsi réduite à sa plus simple expression.

L'articulation sur la conduite principale (fig. 3) au-dessus du robinet d'arrêt est formée de trois assemblages de pièces diverses, correspondant aux trois mouvements d'un véhicule en marche sur des rails. Les pièces qui forment assemblage sont circulaires et s'emboîtent les unes dans les autres; une pièce métallique en équerre maintient ces pièces à l'aide d'écrous sur lesquels sont rivées les extrémités de cette tige. Un capsule *s*, soudée à l'étain, permet un graissage indéfini de la surface frottante de l'écrou retenant la tige métallique, au point où le mouvement de rotation a une certaine importance. La rondelle filetée *r* maintient l'écrou raccord qui se fixe sur la conduite principale; cette rondelle est munie d'encoches *e e*, que l'on garnit de graissage, une fois pour toutes, pour éviter le grippement possible des surfaces en contact.

Des bagues en caoutchouc spécial, munies d'une armure intérieure qui leur donne du corps, sont logées dans des cavités biconiques faites par moitié et en regard sur chaque pièce d'assemblage; la pression intérieure de l'air sur les extrémités de ces bagues assure l'étanchéité de l'appareil.

L'articulation, suivant l'axe central de la main d'accouplement, est inquiétants en pleine voie. Les retards, qui en sont une conséquence forcée, n'existeront plus, et l'on sait que sur des lignes à circulation intensive, comme dans la banlieue de Paris ou des grandes villes, surtout les jours de fête, les retards peuvent parfois causer de graves accidents.

Grâce au nouvel accouplement, le train disposera toujours de la puissance maximum de son frein, et la régularité de sa marche sera mieux assurée; car tout mécanicien prudent doit ralentir longtemps avant de produire l'arrêt, s'il ne peut compter entièrement sur son frein. Dans les lignes à forte rampe, où la circulation est parfois dangereuse, où des ruptures d'attelages peuvent provoquer des accidents graves quand les freins ne fonctionnent pas instantanément, le frein à air comprimé, toujours en état, pourra éviter la descente périlleuse de véhicules ayant des freins insuffisants.

De la phase des recherches théoriques et des essais pratiques, l'accouplement métallique Boisson passera bientôt, nous le pensons, à l'application courante, et nous lui souhaitons la réussite qu'il mérite.

Veuillez agréer, etc.

A. DORMOY,
Ingénieur civil,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

Nouveau procédé de clairçage du sucre.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

Dans le courant d'un voyage que je viens de faire dans la contrée sucrière du nord de la France, mon attention a été particulièrement appelée sur un nouveau système de clairçage. Une description succincte de ce procédé pourra sans doute intéresser un certain nombre de vos lecteurs.

Au lieu d'opérer la transformation du sucre blanc ou de la masse cuite, en sucre blanc cristallisé, au moyen de la vapeur ou de la clairce, ainsi que cela se pratiquait jusqu'ici, le nouveau procédé, dû à MM. Kœrting frères, constructeurs à Paris, est basé sur l'application de l'eau pulvérisée dans les turbines ordinaires.

On opère de la manière suivante: Pour le sucre brut, par exemple, celui-ci est malaxé d'abord avec un sirop froid complètement saturé de sucre, puis mis dans une turbine à mouvement rapide. Dès que le sirop qui en résulte, et qui constitue le *1er égout*, a été expulsé, on introduit dans la turbine, en guise de clairce, de l'eau froide, en quantité déterminée, lancée avec une grande vitesse, sous forme de brouillard très fin et sous un angle convenable, sur la

Digitized by Google

masse sucrée, qu'elle pénètre en lavant et expulsant le sirop qui adhère encore aux cristaux.

On laisse ensuite marcher encore un peu à sec, afin de sécher le sucre blanc obtenu. Le sirop qui s'écoule, et qui forme le 2e *égout*, dont la quantité est très petite, tout en étant de très bonne qualité, est utilisé conformément à sa pureté.

Pour un sucre brut, de qualité moyenne, toute l'opération est terminée en six minutes au plus, depuis le moment du remplissage d'une turbine, jusqu'au nouveau remplissage de la même turbine.

Sur les six minutes nécessaires pour une opération complète, il faut compter :

1 à 2 minutes pour le clairçage, suivant la plus ou moins grande vitesse de la turbine et également suivant la grosseur du grain du sucre ;

2 à 2 1/2 minutes pour le turbinage à sec.

On obtient par ce procédé, soit du sucre blanc affiné de 99,5 au moins de pureté, excellent pour le raffinage, ou des cristallisés complètement blancs et d'une pureté très grande pour la consommation directe.

Avec le sucre brut, de moyenne qualité, on obtient en poids 86 à 88 % de sucre blanc affiné, contenant environ 1,5 % d'eau ou 85 à 87 % de granulé sec.

J'ai constaté qu'en règle générale, on obtenait d'un sucre brut donné en premier jet, une quantité de sucre affiné égale à son titrage, moins 3 à 4 degrés, ou de sucre granulé égale au titrage, moins 5 à 6 degrés.

Le blanchissage de la masse cuite se fait de la même manière ; le rendement, dans ce cas, est de 61 à 64 % en poids, ou 92 à 96 kil. par hectolitre.

Si l'on désire bleuir le sucre, on n'a qu'à ajouter du bleu d'outremer à l'eau de clairçage.

Enfin, pour claircer 100 kilogr. de sucre brut, malaxé pendant 1 à 2 minutes, il ne faut que 4 à 5 litres d'eau au plus.

Pour la production de la buée d'eau froide, on se sert d'une petite pompe, qui, après avoir aspiré l'eau, la refoule, sous une pression de 4 à 10 atmosphères, dans une conduite. Cette pompe est construite de telle façon que, si la pression devient trop forte, ou si l'on arrête le clairçage, l'eau retourne automatiquement, par une soupape, au réservoir d'aspiration. Il y a toujours, pour deux turbines, une conduite munie d'une soupape, et qui porte, à l'intérieur de chaque turbine, deux ou trois pulvérisateurs Kœrting, suivant la hauteur de la turbine, inclinés sous un angle déterminé, et distants de 100 millimètres de la masse sucrée.

Le jet des pulvérisateurs est dirigé dans le sens opposé à celui de la marche de la turbine.

D'après l'examen attentif que j'ai fait de ce procédé ingénieux, j'ai constaté d'abord : la grande simplicité de l'appareil et de son fonctionnement ; le peu de force qu'il exige, sa faible dépense en eau, et enfin l'obtention considérable, dès le premier jet, de sucre blanc ou granulé de qualité surfine.

Veuillez agréer, etc.

P. EMPEREUR,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Nouvelle agrafe pour fixer les rails sur les traverses métalliques.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

MONSIEUR,

L'emploi des traverses métalliques tend à se généraliser, et l'on peut prévoir que, dans un avenir peu éloigné, il ne sera guère fait usage que de traverses métalliques, soit en fer, soit en acier.

L'expérience a démontré le bon service de ces traverses, mais elles présentent quelques inconvénients de détails, entre autres dans le mode d'attache sur rail de la traverse. Les petits taquets employés généralement sont fixés par des boulons dont les écrous se desserrent continuellement par suite des trépidations produites par le passage des trains. Il faut continuellement procéder au serrage des écrous qui persistent à se desserrer. On a cherché de plusieurs manières à remédier à cet inconvénient, mais jusqu'à présent on n'y a réussi qu'au moyen d'engins compliqués et coûteux.

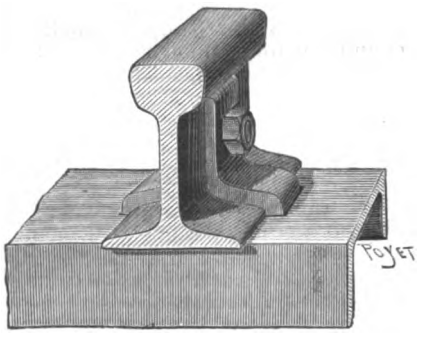


FIG. 1.

Je crois intéressant de vous communiquer la description d'un système qui me paraît résoudre la question, tout en étant d'une simplicité élémentaire. Un simple coup d'œil sur la figure 1 fera comprendre aux Ingénieurs spéciaux le fonctionnement de cette nouvelle agrafe.

Les deux pièces A A passées par-dessous la traverse dans deux trous rectangulaires, on place le rail entre deux et on les rapproche du rail jusqu'à ce qu'elles prennent la position indiquée (fig. 2). A ce moment il y a contact en C C entre les deux agrafes et le rail, et on passe le boulon qui traverse les deux agrafes et le rail. On voit que pour faire arriver les deux agrafes au contact du rail sur toute leur surface, l'écrou aura un effort à faire qui aura pour résultat de faire adhérer fortement le rail sur la traverse. Les trépidations réitérées produites par le passage des trains n'auront aucune influence sur l'écrou qui, fortement serré, bloqué, maintiendra une adhérence complète et soutenue du rail sur la traverse.

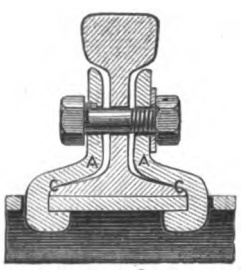


FIG. 2.

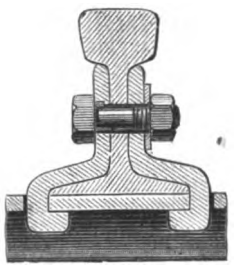


FIG. 3.

Un autre avantage de cette nouvelle agrafe, c'est que le boulon traverse le rail et par ce fait empêche absolument son glissement sur la traverse dans le sens de la marche des trains, glissement qui offre de graves inconvénients et que le nouveau système nous paraît supprimer totalement.

En résumé, ce nouveau système d'attache paraît digne d'attirer l'attention des Ingénieurs de nos voies ferrées.

Veuillez agréer, etc.

A. DUFOUR.

Résistance des pièces coulées en bronze Roma.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

Paris, le 23 janvier 1892.

MONSIEUR,

J'ai l'honneur de vous communiquer un renseignement qui peut intéresser vos lecteurs. C'est le tableau des résistances obtenues sur de grosses pièces coulées en bronze Roma, tant pour la Marine militaire, que pour l'artillerie.

Le bronze Roma est un bronze manganèse perfectionné, inoxydable, malléable et forgeable à froid et à chaud.

Il n'est pas magnétique et ne prend pas la trempe.

Ainsi qu'on le remarque en consultant le tableau ci-après, sa résistance est égale à celle de l'acier, soit en pièces moulées, soit en pièces forgées ou laminées.

Résultats des essais de résistance effectués sur les hélices et autres pièces, en bronze « Roma », coulées en 1890 et 1891.

		Résistance R	Allongement A	K = R + A	Poids de chaque pièce.
		kilogr.	%		kilogr.
Jean-Bart	Hélice Td. Bas	27	12	39	3.700
	Haut.	31	17	48	
	Hélice Bd. Bas	33	30	63	3.700
	Haut.	34	30	64	
Dupuy-de-Lome	Hélice Td. Bas	34	43	77	4.500
	Haut.	34	42	76	
	Hélice Bd. Bas	33	42	75	4.500
	Haut.	33	43	76	
Tage	Moyeu Td. Bas	33	36	69	6.000
	Haut.	33	36	69	
	4 ailes Td.	33	30	63	2.700
	Moyeu Bd. Bas	32	35	67	6.000
	Haut.	33	40	73	
	4 ailes Bd.	34	29	63	2.700
	Ecrous fondus	33	31	64	6
	Goujons laminés	42	35	77	Barres de 100 millim. de diamètre.
Bouvines	Hélice Td. Bas	32	30	62	2e essai.
	Haut.	31	28	59	4.700
	Hélice Bd. Bas	33	39	72	4.700
	Haut.	32	36	68	30
Embarcations à vapeur	20 hélices	37	26	63	170
Moyennes générales	Pour les grosses pièces fondues au réverbère	32	30	62	»
	Pour les petites pièces coulées au creuset	36	26	62	»
	Pour les pièces laminées à chaud de 10 mm d'épaisseur	43	22	65	»
	Pour les mêmes pièces martelées à froid et recuites	56	20	76	»

Veuillez agréer, etc.

G. GUILLEMIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures

Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

Votre numéro du 16 janvier 1892 contient une intéressante communication de M. Matter, annonçant que les habitants de Rouen

Digitized by Google

vont bénéficier d'une réduction du prix du gaz. Votre correspondant fait ressortir l'intérêt que trouveront à cette situation les industriels qui désirent employer des moteurs à gaz.

Malheureusement, les mesures prises à Rouen sont bien tardives, et ne sont pas générales en France. Le prix excessif du gaz y a paralysé l'essor de la construction des moteurs à gaz; comparez à ce point de vue l'Angleterre avec la France.

Il est peut-être fâcheux pour les Compagnies de gaz elles-mêmes de n'avoir pas réduit plus tôt leurs tarifs. Elles auront bien de la peine à lutter contre les gaz économiques.

Quoi qu'il en soit, l'avenir paraît appartenir aux moteurs à gaz, et il serait bon que le public français s'habituât à l'idée que le moteur à gaz peut, sans inconvénient, donner 100 et 120 chevaux. Si les Compagnies de gaz veulent fournir le combustible, il faudra qu'elles se montrent encore plus généreuses qu'à Rouen, sans quoi les gaz économiques fourniront dans bien des cas une solution du problème qui ne sera pas à leur avantage.

Veuillez agréer, etc.

P. CRÉPY,
Ingénieur civil,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Concentration de l'acide sulfurique.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil.*

Bordeaux, le 22 décembre 1891.

MONSIEUR,

Vous avez publié, dans le numéro du 21 novembre 1891 du *Génie Civil*, la description d'un procédé de concentration à 66° B de l'acide sulfurique des chambres de plomb, à l'aide d'une série de capsules en porcelaine, disposées en cascade les unes au-dessus des autres, dans un four convenablement aménagé. L'auteur de l'article semble attribuer à M. Négrier le mérite de l'invention de ce procédé, qui n'aurait été appliqué avec succès que dans le cours de la présente année.

Il y a là une erreur, que nous vous prions de vouloir bien rectifier. L'emploi des capsules en porcelaine étagées et se déversant les unes dans les autres pour la concentration à 66° B de l'acide sulfurique des chambres de plomb, a été imaginé en 1881, par MM. Léon Ducasse et Sautet, et breveté sous le numéro 141499. Il n'a pas cessé, depuis lors, d'être appliqué dans l'usine de M. Léon Ducasse, à Bordeaux.

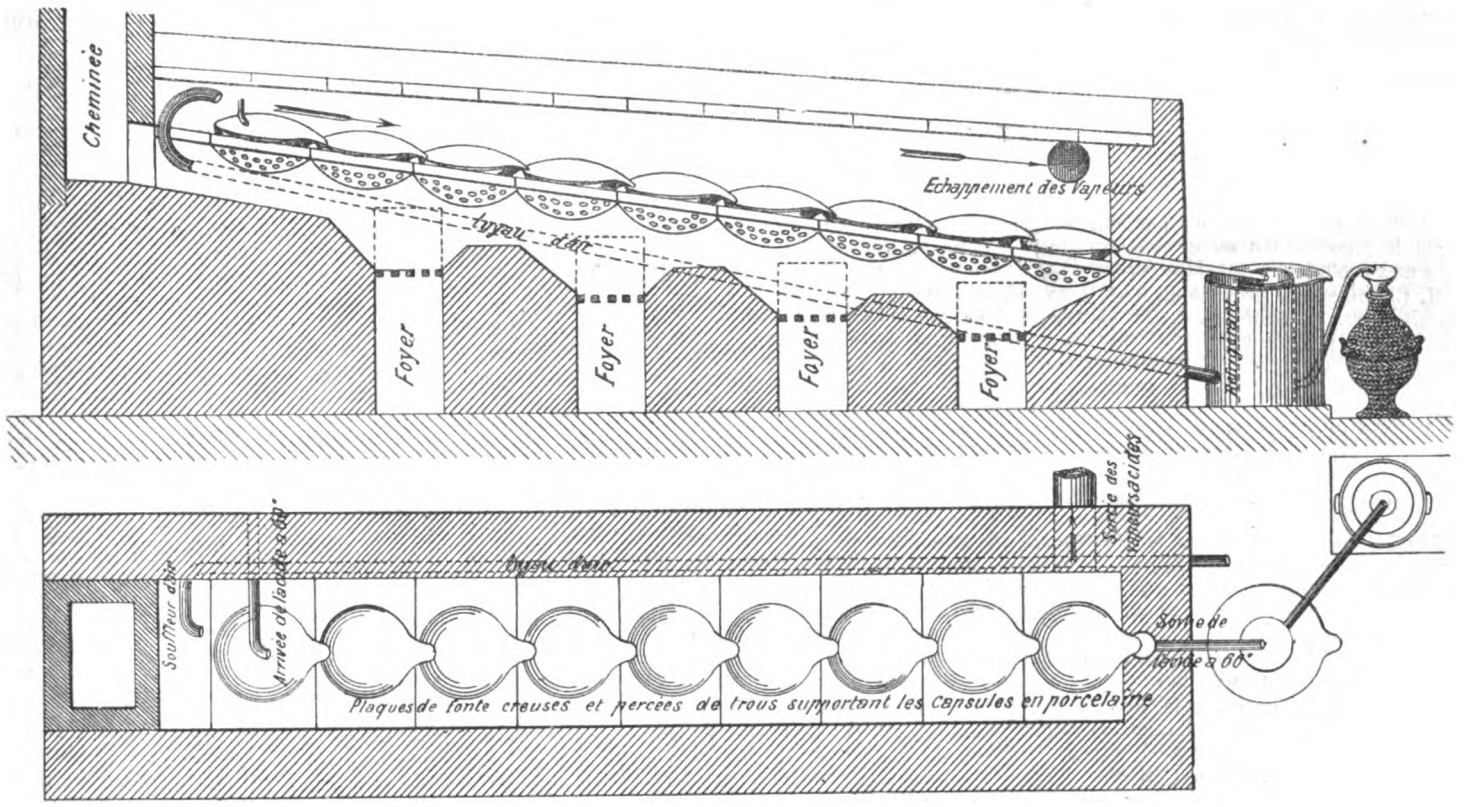


FIG. 1. — Plan d'un four à concentration de l'acide sulfurique à jet continu, système Ducasse et Sautet.

Le croquis ci-joint (fig. 1) vous permettra de constater que les modifications apportées par M. Négrier au type primitif sont absolument insignifiantes.

Veuillez agréer, etc.

L. DUCASSE.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

REVUE DES QUESTIONS OUVRIÈRES

Le travail des femmes et des enfants (1). — La Chambre des Députés a voté, en la modifiant, la loi sur le travail des femmes et des enfants que le Sénat lui avait renvoyée. Elle a maintenu, malgré l'avis de M. Léon Say, la réglementation du travail des femmes. La Chambre a accepté l'amendement du Sénat autorisant les fabriques à faire travailler de quatre heures du matin à dix heures du soir dans le cas où les ouvrières seraient divisées en deux équipes de neuf heures au lieu de dix chacune. Le repos du dimanche n'a pas été adopté, malgré les observations pleines de bon sens de M. Léon Say. Le délai, dans lequel la loi deviendra exécutoire, est fixé à un an après la promulgation, excepté pour certaines industries que déterminera un règlement d'administration publique. La loi ainsi modifiée a été renvoyée au Sénat.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer (2) que les mineurs du Northumberland, consultés sur la question de la limitation du travail des enfants à huit heures par jour, ont répondu par 2 689 voix en faveur de la limitation et 8 720 en faveur de la liberté du travail, soit une majorité de 6 031 voix contre les huit heures.

La participation aux bénéfices dans les travaux publics. — L'enquête commencée par la Commission parlementaire chargée d'étudier le projet de loi relatif à la participation aux bénéfices et dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, a entendu le ministre des Travaux publics, qui s'est montré énergiquement opposé à tout système de participation dans les travaux publics.

Il a rappelé que sur 1 200 mines concédées, il y en a 800 qui ont ruiné leurs actionnaires, que, du reste, la concession de la mine institue un véritable titre de propriété qu'aucune loi ne peut atteindre.

La Compagnie des chemins de fer de l'Etat ne fait pas de bénéfices nets. On distribue aux employés 2 % sur les bénéfices bruts, ce qui fait une somme de 700 000 francs, et en plus 900 000 francs de primes pour économies de matières premières.

Les chemins de fer et les tramways qui demanderont les concessions futures feront toujours appel à la garantie de l'Etat; on ne pourra donc leur imposer la participation, sans privilégier une classe spéciale de citoyens, celle des employés de ces Compagnies, au préjudice de la totalité des contribuables.

Les entreprises de travaux publics, par leur nature même, ne peuvent que fort exceptionnellement, a dit le ministre, admettre la participation. Outre que beaucoup d'entre elles sont loin de réussir, le nombre très variable des ouvriers employés aux travaux, dont les uns donnent des bénéfices, les autres des pertes et la lenteur de la liquidation des comptes des entrepreneurs seraient de gros empêchements à la participation.

M. Leroy-Beaulieu rappelle dans *l'Economiste* (1), le grand nombre de sociétés de crédit, de banques, d'établissements métallurgiques et de sociétés immobilières qui, loin de donner des bénéfices, ont ruiné leurs actionnaires dans ces dernières années.

Quant aux entreprises individuelles, on a compté 8 759 faillites en 1886, 8 120 en 1887 et 7 754 en 1888, soit une moyenne de plus de 8 200 faillites. A Paris il y a eu en 1890, 329 liquidations judiciaires. En admettant que le chiffre des faillites et des liquidations

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 4, p. 61.
(2) *Le Temps* du 29 décembre 1891.

(1) *L'Economiste*, 2 janvier 1892.

Digitized by Google

judiciaires pour toute la France soit d'environ 9 000 par an et celui des patentés de 1 600 000, M. Leroy-Beaulieu conclut, qu'en 25 ans il y a 225 000 patentés réduits à la faillite ou à la liquidation judiciaire et 450 000 patentés qui, loin de faire des bénéfices, font des pertes. Sur les 925 000 derniers, un tiers fait de maigres profits, le second tiers réussit assez bien et le troisième fait fortune. En d'autres termes, 15 °/₀ font faillite, 3 °/₀ écornent leur capital et 20 °/₀ font des profits minimes.

Cette statistique n'est pas pour encourager les commerçants, et M. Leroy-Beaulieu conclut que ce n'est pas au personnel ouvrier que sont dus les bénéfices, mais à l'intelligence et à l'initiative du directeur.

Assurances contre les accidents. — Il résulte des relevés de 1890 des Compagnies d'assurances contre les accidents, qu'il y a 24 470 contrats d'assurances collectives (ouvrières), produisant 8 194 723 francs de primes brutes, et qu'il y a eu 32 348 sinistres pour lesquels il a été payé 3 693 393 francs.

Il a été pris environ 250 primes contre le chômage industriel ou ouvrier, ayant produit pour 3 200 fr. de primes brutes.

On remarque 61 polices maladies-accidents souscrites à la Caisse générale des familles, qui ont produit pour 6 377 fr. 14 de primes; mais la proportion des sinistres, plus les frais médicaux aux primes encaissées pour l'assurance-maladies, s'élève à 92,19 °/₀.

Ces quelques chiffres prouvent combien nos ouvriers s'assurent peu contre le chômage, tandis que les Trades Unions sont très puissantes en Angleterre et que les fonds des caisses de retraites y égalent ceux des caisses d'épargne. L'essai de la Caisse générale des familles ne sera sans doute pas poursuivi; il aura en tous cas servi à établir qu'il n'y a que des caisses particulières aux usines et en quelque sorte de bienfaisance ou de secours mutuels qui peuvent venir en aide aux malades et aux blessés.

M. Chamberlain propose en Angleterre un système de pensions de retraite pour la vieillesse. L'Etat contribue dans ce projet pour une plus grosse part que l'assuré aux versements destinés à procurer une pension à partir de l'âge de 65 ans. Les héritiers d'un assuré mort avant d'avoir atteint 65 ans, peuvent réclamer le montant de tous les versements faits jusqu'au jour du décès. La veuve et l'orphelin, jusqu'à l'âge de douze ans, sont secourus. Le montant des versements annuels ne dépasse pas 25 francs. La déchéance ne pourra être prononcée que si la cotisation n'est pas payée pendant cinq années consécutives.

L'Office du Travail, la Bourse du Travail, les Syndicats ouvriers. — L'allocation à l'Office du Travail prévue au budget de 1892 est de 150 000 francs. Cette somme est encore loin de celle que l'Allemagne et les Etats-Unis consacrent à ce département. Le Conseil d'État vient de rattacher par un règlement d'administration publique le service de la Statistique générale à l'Office du Travail : c'est une œuvre de bonne centralisation.

Depuis le mois d'octobre l'Office du Travail a fait un travail de statistique sur la grève des verriers et sur celle des mineurs, il a élaboré le projet de loi sur l'arbitrage, et son questionnaire sur les bureaux de placement a été la cause de son premier débat avec la Commission exécutive de la Bourse du Travail. Cette Commission a refusé net tout renseignement sur les 190 Syndicats adhérents à la Bourse du Travail et s'est opposée à la communication du bulletin et des annuaires qu'elle fait paraître.

Du reste, le Conseil municipal lui-même est assez mal vu par les groupes syndiqués; ils votent contre l'installation à la Bourse d'un bureau de statistique municipale et ils trouvent trop faible l'allocation annuelle de 24 000 francs que la Commission du Travail veut mettre à la disposition de la Bourse centrale.

Le 19 décembre dernier le Conseil d'Etat a annulé la nomination de quatre conseillers prud'hommes appartenant au groupe du bâtiment, qui avait été effectuée sur un programme impératif et sous le contrôle permanent des Comités dits de « vigilance ». On sait que les décisions des conseillers prud'hommes en matières de contestations individuelles sont exécutoires. Au moment où le Parlement va avoir à s'occuper de la création de conseils d'arbitrage, le Conseil d'Etat a jugé nécessaire d'empêcher la pression électorale qui dénature les élections des prud'hommes. Les Comités se sont réunis le 8 janvier à la Bourse du Travail: après avoir constaté que sur 69 conseillers, 50 ont été élus sous les auspices des Comités de vigilance, ils ont décidé d'adresser une circulaire aux Syndicats parisiens pour savoir si les conseillers doivent démissionner en masse, ce qui aurait pour résultat de laisser pendant deux ans les patrons seuls juges des contestations.

Vœux des artisans allemands (1). — Au mois de juillet passé, les artisans allemands s'étaient réunis en Congrès pour formuler leurs doléances contre la grande industrie. Quoique le Congrès eût été secret, on apprit cependant qu'un vœu important avait été émis : celui du rétablissement des corporations et du « chef-d'œuvre ». M. Hitze, un député du centre au Reichstag, très confiant dans les heureux résultats que pourrait donner ce retour à un ancien ordre de choses, a interpellé, le 27 novembre, le gouvernement dans le but de savoir ce qu'il compte faire.

Les corporations ont été rétablies en 1881; la loi de 1884 leur conféra le droit exclusif de faire des apprentis, celle de 1887 obligea même les artisans restés en dehors de l'association à contribuer aux institutions créées par les corps de métiers : toutes ces faveurs n'ont pas suffi pour les sauver d'un insuccès qui s'accentue chaque jour.

M. de Bœtticher a nettement répondu à l'interpellateur que le rétablissement obligatoire des corporations est un rêve dont les partisans du temps passé ne verront point la réalisation.

Ce point capital établi, le Ministre s'est montré disposé à quelques concessions sur le travail dans les prisons, sur les adjudications, les sociétés de coopération, les assurances et les retraites ouvrières. Il réglera par un projet de loi les questions des ventes par acomptes, il réduira encore la concurrence du colportage et ne voit pas d'inconvénient à accorder aux corporations les droits des personnes civiles.

M. Cazajeux, dans la *Réforme sociale*, rappelle qu'il existe encore à Bruges une corporation des boulangers qui avait pu jusqu'à ces dernières années maintenir la tarification du prix du pain. Mais voici que maintenant deux boulangeries coopératives, l'une socialiste, l'autre catholique, se font concurrence pour le plus grand avantage des habitants de la ville, qui ne payent plus le pain que 22 centimes, tandis que le tarif des maîtres boulangers est de 30 centimes.

Il y aurait injustice à faire la fortune de quelques privilégiés au détriment du plus grand nombre. Ces idées sont bien loin des principes d'une saine démocratie.

Les habitations ouvrières. — La Belgique est sur le point d'élargir les bases de l'électorat politique en les faisant reposer sur l'occupation d'un logement; aussi son Gouvernement s'est-il préoccupé de faciliter aux classes pauvres l'acquisition d'une maison.

M. Cacheux a rendu compte dans le *Génie Civil* (1) du mécanisme de la loi belge du 9 août 1889, qui a déjà puissamment contribué à la solution de cet intéressant problème. Il nous suffira de rappeler qu'elle autorise la Caisse d'épargne et de retraite à prêter aux Sociétés de crédit fondées dans le but de s'interposer entre la Caisse et les ouvriers.

Il y a déjà en Belgique treize Sociétés de crédit (2) représentant un capital d'environ un million, et on annonce la création de douze nouvelles Compagnies. La Caisse fait tous ses efforts pour vulgariser la loi : elle fait répandre à profusion des modèles de formulaires d'actes de vente, d'actes de société, d'ouverture de crédit et surtout des modèles de comptabilité. Depuis le 25 mars 1891, elle a déjà prêté (au 4 décembre 1891) 166 500 francs à 2 1/2 °/₀ et 96 800 francs à 3 °/₀.

Elle est aidée par les Comités de patronage, dont le règlement organique ne date que du 7 juillet 1891. Seulement ces Comités font connaître la loi en organisant des réunions, en distribuant des avis et des explications sur les avantages qu'elle présente; mais, se préoccupant aussi de l'hygiène, ils font construire des maisons modèles et multiplient, les renseignements sur les plans, les prix des matériaux, etc. Ils inspectent les maisons des ouvriers et font un rapport annuel au Ministre des Travaux publics sur ce qu'ils ont vu et sur les réformes qu'ils jugent nécessaires. Ils ont institué des prix de bonne tenue de maisons, que les ménagères ont très bien accueillis. Ce sont encore les Comités de patronage qui délivrent aux ouvriers acheteurs de maisons les certificats les autorisant à bénéficier des exemptions fiscales prévues par la loi du 9 août. Ces faveurs sont de deux sortes : suppression de la contribution personnelle et réduction des droits du timbre et de l'enregistrement.

M. Bernaert, Ministre des finances de Belgique, justement préoccupé de l'augmentation rapide des dépôts à la Caisse d'épargne, considère comme un emploi avantageux et moral de ces fonds les prêts que la Caisse est autorisée à faire à la classe des travailleurs, qui est en même temps celle des déposants.

M. Cacheux, dans l'article déjà cité du *Génie Civil*, nous a montré ce qui a déjà été fait en France pour les habitations ouvrières. Tout dernièrement, une commission, composée de MM. Cheysson, Jules Siegfried et Fleury-Ravarin, est allée étudier sur place les résultats obtenus en Belgique.

En Angleterre, il y avait déjà, en 1889, 2545 *Building Societies* reconnues. Le Gouvernement se propose à la prochaine session d'autoriser des emprunts et d'introduire un projet de loi facilitant aux ouvriers l'achat des petites propriétés.

A Berlin, la Société « *A chacun sa maison* » vient d'ériger à quelques lieues de la ville, du côté est, 1 500 maisons, dont chacune pour un ménage de la classe ouvrière. L'empereur, toujours intéressé par les expériences sociales, a déjà commandé deux maisons semblables au modèle type que la Compagnie a construit. Il est probable, en outre, qu'il réduira les tarifs du chemin de fer qui conduit à ce nouveau quartier.

Aux Etats-Unis, le capital dont les *Building Societies* disposent atteint presque le même chiffre que celui des Caisses d'épargne. Ces Sociétés ne louent pas de maisons, mais, par des avances, elles aident les ouvriers à construire ou à acheter.

En Danemark, en Hollande, le développement de ces Sociétés prend chaque année une nouvelle importance. En Italie, on en compte 69, et la Chambre de l'empire d'Autriche vient de discuter un projet de loi destiné à stimuler la construction des habitations ouvrières.

MAX DUCHANOY,
Ingénieur civil des Mines.

(1) L'*Economiste*, 9 janvier 1892, art. de M. Maurice BLOCK. — La *Réforme sociale*, 1er janvier 1892, art. de M. CAZAJEUX.

(1) *Génie Civil*, tome XX, n° 8, p. 131.
(2) *Réforme sociale*, 16 décembre 1891, 16 janvier 1892.

Digitized by Google

SITUATION RESPECTIVE DE LA FRANCE
vis-à-vis des États étrangers, sous le régime du 1er février 1892.

Le nouveau régime économique créé pour la fin de janvier 1892, est entré en vigueur le 1er février courant. Quels en seront les effets? L'expérience seule nous le dira (1).

Nous avons constaté dès les premiers jours que les commerçants, peu scrupuleux, ont vu dans l'augmentation des droits de douane, l'occasion d'élever les prix de leurs marchandises dans une proportion de beaucoup supérieure à celle qui devrait résulter normalement des nouvelles taxes. Cette tendance échouera sous la force de la concurrence; divers exemples constatés cette semaine en sont la preuve.

Les droits de douane constituent évidemment l'un des éléments importants du prix de revient de certains produits, mais il est facile de se rendre compte de leur influence et d'écarter les individus qui veulent jouer le « coup des droits de douane », en cherchant à augmenter le prix de leurs marchandises de deux, cinq, dix fois la taxe nouvelle qu'elles ont à supporter et à se procurer ainsi un bénéfice considérable.

Dès le commencement du nouveau régime, il y aura évidemment quelques perturbations, mais au bout de peu de temps, l'équilibre se rétablira et nous saurons alors ce qu'il faut penser de la révolution économique du 1er février 1892.

Notre but aussi est d'indiquer quelle est actuellement la situation respective de la France vis-à-vis des divers Etats étrangers à la suite de la dénonciation des traités de commerce dont nous avons précédemment parlé (2). Elle est réglée par le décret du 30 janvier 1892 (*Journal officiel* du 31 janvier) et une circulaire que la direction générale des douanes vient d'adresser à tous ses agents, desquels il résulte que les pays, dont les produits seront admis en France au tarif minimum, sont les suivants : Suède et Norvège, Russie, Angleterre, Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, Danemark, Grèce, Empire Ottoman, Mexique, Pays-Bas, Suisse, Perse, Serbie, République dominicaine et République sud africaine.

Par réciprocité, les produits français sont admis dans ces divers pays aux conditions des tarifs les plus faibles, c'est-à-dire sous le régime de la nation la plus favorisée.

Des six pays avec lesquels nous étions précédemment liés par des traités de commerce, l'Espagne est le seul avec lequel les pourparlers, engagés en vertu de la loi du 29 décembre 1891 (3), n'aient pas encore abouti. Les arrangements conclus avec les cinq autres pays (Suède et Norvège, Belgique, Suisse, Pays-Bas et Grèce) ne sont que provisoires; ils peuvent être modifiés à tout moment.

Émile Bert,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'Ecole Commerciale de Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 13, p. 217.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, p. 309 et 502.
(3) Voir le *Genie Civil*, t. XX, n° 13, p. 219.

INFORMATIONS

ESSAIS DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Rapport au Président de la République française par le Ministre des Travaux publics, suivi d'un décret relatif à la formation d'une Commission pour l'étude des règles à adopter dans l'essai des matériaux de construction.

Paris, le 9 novembre 1891.

Monsieur le Président,

A la suite de l'Exposition universelle de 1889, deux des congrès internationaux réunis à Paris à cette occasion m'ont adressé communication de vœux de portée analogue, sur des objets de nature semblable bien que non identique.

D'une part, en effet, le *Congrès International des Procédés généraux de Construction* émettait le vœu de voir déterminer les règles qui, dans tous les pays, devraient être uniformément admises pour le contrôle et la réception des chaux et ciments; d'autre part, le *Congrès de mécanique appliquée*, visant plus spécialement les métaux, émettait le vœu que le Gouvernement français prît, auprès des Gouvernements étrangers, l'initiative de la réunion d'une Commission internationale, ayant pour mission de choisir les unités communes destinées à exprimer les différents résultats des essais de matériaux et d'introduire une certaine uniformité dans les méthodes d'essai.

Toutes les personnes qui, à des titres divers, s'occupent de la question des matériaux de construction, reconnaissent depuis longtemps déjà l'importance, aussi bien théorique que pratique, de l'uniformisation des essais des divers éléments de constructions publiques ou privées. Des données identiques, dans leur apparence numérique, sur une résistance ou un allongement, peuvent en réalité correspondre à des qualités très différentes des matériaux essayés, suivant qu'on aura fait ou négligé certains essais et suivant que ceux auxquels on aura procédé auront été faits avec certaines dimensions ou formes d'échantillons, ou même avec certaines machines employées suivant certains procédés.

Sans doute, les méthodes d'essai ne peuvent être immuables : elles doivent progresser avec nos connaissances sur les propriétés des matériaux que nous employons, avec les améliorations apportées à la production de ces matériaux avec la mise au jour de nouvelles matières, etc. On comprend d'ailleurs que, pour une même catégorie de matériaux de construction, on impose des conditions quelque peu différentes d'un pays à un autre, d'une administration à une autre, quelquefois même d'un cahier des charges à un autre dans le même service public, quand les circonstances de l'emploi présentent des différences notables. Mais il est incontestable, — et l'accord des deux Congrès le montre bien — qu'il y a un grand service à rendre, tant aux industries qui fabriquent les matériaux de construction qu'aux entreprises qui les mettent en œuvre, et aux particuliers comme aux Etats pour lesquels les travaux sont exécutés, en déterminant quelles sont actuellement les méthodes d'essai à recommander et surtout en définissant d'une façon suffisamment solennelle pour qu'elles s'imposent à tous, pour le présent et pour un avenir plus ou moins long, les formes des essais et les unités à prendre comme termes de comparaison.

Il est un précédent qui, à cet égard, porte avec lui un double enseignement : c'est celui relatif aux unités électriques et au Congrès international des Electriciens qui les a déterminées. La France a eu l'honneur de provoquer les conférences qui ont abouti à fixer, par un accord international, les unités electriques et leur mesure; personne ne s'étonnerait qu'en ce qui concerne les essais de matériaux de construction et la définition de leurs unités, elle prît une initiative analogue.

Ceux de mes collègues qui ont dans les attributions de leur département l'exécution de constructions importantes : M. le Président du Conseil, Ministre de la Guerre, M. le Ministre de l'Intérieur, M. le Ministre des Finances, M. le Ministre de la Marine, M. le Ministre de l'Agriculture, M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, ont pensé, comme moi, qu'il y avait lieu de commencer par chercher, pour la France seule, à poser les bases d'une uniformisation des méthodes et des unités de mesure en matière d'essais des matériaux. Nous avons donc ouvert une conférence entre les représentants désignés (1) des directions techniques des divers Ministères civils ou militaires intéressés, et spécialement du Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. qui a dans ses attributions les questions relatives au progrès de l'industrie française, afin d'étudier les mesures à prendre pour nommer une Commission de techniciens français qui serait chargée de formuler les principes des règles uniformes à adopter dans l'essai des matériaux de construction, et notamment des métaux et des matières d'agrégation des maçonneries.

Cette Commission pourrait fournir plus tard les éléments de la section française d'une Commission internationale, si l'utilité de la constitution d'une Commission internationale était définitivement reconnue.

Nous n'avons pu comprendre dans la Commission toutes les personnes qui, par leurs études et leurs travaux, ont acquis une compétence reconnue en cette question si importante des essais des matériaux de construction; il a fallu faire un choix parmi les spécialistes français les plus éminents en matière d'essai des matériaux, les représentants des administrations techniques de l'Etat, des grandes Compagnies de chemins de fer, de l'industrie métallurgique, de l'industrie des constructions métalliques, de l'industrie des chaux et ciments, etc. Chacune des administrations de l'Etat intéressées dans la question a naturellement désigné ses délégués; la Société centrale des Architectes français, la Société des Ingénieurs civils et le Comité des Forges de France ont été consultés pour le choix des membres qui doivent représenter les intérêts dont ces Sociétés et Comités sont les organes autorisés. La Commission pourra d'ailleurs recevoir toutes communications écrites et peut-être même orales, non seulement des membres qui la composeront, mais des personnes compétentes qui auraient à présenter des propositions ou observations importantes.

J'ai donc l'honneur de présenter à votre signature le projet de décret ci-joint.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'assurance de mon profond respect.

Le Ministre des Travaux publics,
Yves Guyot.

(1) Les membres désignés par les différents ministères étaient :

1° *Ministère de la Guerre.* — M. le général de brigade Borius, commandant l'Ecole polytechnique, membre du comité technique du génie;
M. le colonel Deloye, chef du 2e bureau (Matériel) de la direction de l'artillerie.

2° *Ministère de l'Intérieur.* — M. Bouffet, conseiller d'Etat, directeur des affaires départementales et communales.

3° *Ministère des Finances.* — M. Debize, Ingénieur en chef du service central des constructions (Manufactures de l'Etat).

4° *Ministère de la Marine.* — M. Godron, directeur des constructions navales, chargé du service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie;
M. Renaud, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, adjoint à l'inspection générale des travaux maritimes;
M. le colonel d'artillerie de la marine de la Rocque, directeur du laboratoire central et inspecteur des fabrications de l'artillerie de marine.

5° *Ministère de l'Agriculture.* — M. Philippe, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur de l'hydraulique agricole;
M. Daubrée, directeur des forêts.

6° *Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.* — M. Faure-Dujarric, architecte-inspecteur des services extérieurs du ministère;
M. Raymond, directeur de l'école professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.

7° *Ministère des Travaux publics.* — M. Gay, inspecteur général des Ponts et Chaussées, conseiller d'Etat, directeur des chemins de fer;
M. Guillain, inspecteur général des Ponts et Chaussées, conseiller d'Etat, directeur des routes, de la navigation et des mines;
M. Jules Comte, directeur des bâtiments civils et des palais nationaux.

La conférence était présidée par M. Gay, conseiller d'Etat, directeur des chemins de fer au ministère des Travaux publics.
M. Debray, Ingenieur des Ponts et Chaussées, avait été adjoint à la Commission en qualité de secrétaire avec voix consultative.

Digitized by Google

Le Président de la République française,
Sur le rapport du Ministre des Travaux publics,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Il est institué, près le Ministère des Travaux publics, une Commission technique qui aura pour mission de formuler les règles uniformes à adopter dans l'essai des matériaux de construction, et de déterminer les unités à prendre comme terme de comparaison.

Cette Commission se subdivisera en deux sections :

Une première section étudiera les questions relatives aux métaux;

Une deuxième section étudiera les questions relatives aux matériaux de construction autres que les métaux (matières d'agrégation des maçonneries, etc.).

ART. 2. — Sont nommés membres de ladite Commission :

Président : M. Alfred PICARD, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées, des Mines et des Chemins de fer, Président de section au Conseil d'Etat;

Vice-Présidents : M. le général BORIUS, commandant l'Ecole Polytechnique, membre du Comité technique du génie;

M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Inspecteur général des Mines, Directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines, membre de l'Institut.

A. — SECTION DES MÉTAUX.

MM.

ANTHOINE, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef du service de la carte de France au Ministère de l'Intérieur. — BACLÉ, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur civil des Mines. — BARBA, ancien Ingénieur des constructions navales, Ingénieur en chef des usines du Creusot. — BERTRAND DE FONTVIOLANT, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, répétiteur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils. — BÈS DE BERC, Ingénieur des constructions navales, attaché au service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie. — BODIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur de la Société de construction des Batignolles, répétiteur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils. — BOUR, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur-Directeur de l'Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur. — BOURGNEUF, colonel d'artillerie, inspecteur des forges au Ministère de la Guerre. — BOUVARD, architecte de la ville de Paris, architecte du Dôme central à l'Exposition universelle de 1889, membre du Conseil général des Bâtiments civils. — BOYER, lieutenant-colonel d'artillerie de marine, commandant les batteries de Toulon. — BRICKA, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la voie des chemins de fer de l'Etat, professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — BRUSTLEIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des Etablissements Jacob, Holtzer et Cie, à Unieux (Loire).

CANDÈZE, capitaine d'artillerie de marine au laboratoire central de l'artillerie de marine. — CHALLIOT, Ingénieur des constructions navales, membre du Conseil des travaux de la marine. — CHALMETON, Ingénieur civil, directeur de la Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de Denain et d'Anzin. — CLÉRAULT, Ingénieur en chef des mines, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — COLLIGNON, inspecteur général des Ponts et Chaussées, Inspecteur et professeur de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, examinateur de sortie à l'Ecole Polytechnique. — CONSIDÈRE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — CONTAMIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingenieur du matériel des voies au chemin de fer du Nord, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, ancien Ingénieur en chef du contrôle des constructions métalliques à l'Exposition de 1889, ancien président de la Société des Ingénieurs civils. — CORNUT, Ingénieur en chef, directeur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France. — DAYMARD, ancien Ingénieur des constructions navales, Ingénieur en chef de la Compagnie générale Transatlantique, lauréat de l'Institut. — DEBIZE, Ingénieur en chef du service central des constructions des manufactures de l'Etat. — DEHARME, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du service central (travaux) à la Compagnie des chemins de fer du Midi, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — DELOYE, colonel d'artillerie, chef du 2e bureau (matériel) à la Direction de l'artillerie au Ministère de la guerre. — DEPORT, chef d'escadron d'artillerie, directeur de l'atelier de Puteaux. — DESDOUITS, Ingénieur des constructions navales, Ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Etat. — DURANT, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du matériel adjoint à l'Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans. — DUTERT (F.), premier grand prix de Rome, architecte du Gouvernement, architecte du Palais des Machines à l'Exposition universelle de 1889. — FÉNOUX, Inspecteur général des Ponts et Chaussées. — FLAMANT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, directeur du laboratoire d'essai des métaux à l'Ecole des Ponts et Chaussées. — GALOPIN, capitaine du génie, attaché à la section technique du génie. — GAUCKLER, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, président du Comité technique de la vicinalité au Ministère de l'Intérieur. — GAY, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, conseiller d'Etat, directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics. — GENREAU, Ingénieur en chef des Mines. — GODRON, directeur des constructions navales, chargé du service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie. — GRAS (général), Inspecteur des manufactures d'armes. — HALLOPEAU, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du service des usines, du service de la voie à la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils. — HARDY, architecte du Gouvernement, architecte de l'Exposition universelle de 1878, membre du Conseil général des bâtiments civils. — HAUSER, Ingénieur des constructions navales, chef de bureau des constructions navales au Ministère de la Marine. — HERMARY, lieutenant-colonel d'artillerie, président de la Commission d'expériences de Calais. — HIRSCH, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées et au Conservatoire national des Arts et Métiers.

JAMBILLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-directeur-gérant de la Société des hauts-fourneaux de Maubeuge, président du Comité des forges du Nord, vice-président du Comité des forges de France. — JOANNIS (de), Ingénieur civil, administrateur délégué de la Compagnie des hauts-fourneaux et fonderies de Brousseval. — JORDAN, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur de métallurgie à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils. — LÉAUTÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures de l'Etat, membre de l'Institut — LEBASTEUR, ancien Ingénieur des constructions navales, Ingénieur chargé du contrôle des travaux extérieurs du service du matériel et de la traction à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — LE CHATELIER (André), Ingénieur des constructions navales, attaché au service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie. — LECHIEN, lieutenant-colonel d'artillerie de marine, sous-directeur du Laboratoire central de l'artillerie de marine. — LEROSEY, chef de bataillon du génie, professeur à l'Ecole d'application du génie et de l'artillerie. — LÉVY (Léon), Ingénieur en chef des mines, directeur de la Compagnie anonyme des forges de Châtillon et Commentry. — LÉVY (Maurice), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur au Collège de France et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, membre de l'Institut. — LÉVY (Michel), Ingénieur en chef des mines. — LISCH (Just), inspecteur général des monuments historiques, architecte du Gouvernement et de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — MADAMET, Ingénieur des constructions navales, directeur de l'Ecole d'application du génie maritime. — MANCERON, lieutenant-colonel d'artillerie, directeur de l'atelier de précision de la section technique de l'artillerie au ministère de la guerre. — MUZEAU, colonel d'artillerie, directeur de la section technique de l'artillerie au ministère de la guerre. — OSMOND, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien Ingénieur des travaux chimiques des usines du Creusot. — PÉRISSÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien vice-président de la Société des Ingénieurs civils, président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, inspecteur régional de l'enseignement technique. — PIERRON, Ingénieur des Arts et Manufactures, commissaire voyer de la Ville de Paris, Ingénieur des constructions métalliques à l'Exposition universelle de 1889. — POLONCEAU, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, président de la Société des Ingénieurs civils. — POURCEL, Ingénieur civil, Ingénieur métallurgiste. — PRALON, capitaine d'artillerie chargé du service de la cartoucherie à l'Ecole de pyrotechnie. — RAYMOND, directeur de l'Ecole professionnelle supérieure des postes et télégraphes. — RICHARD, capitaine d'artillerie de marine au ministère de la marine (direction de l'artillerie). — RICOUR, inspecteur général des Ponts et Chaussées. — ROCARD, lieutenant-colonel d'artillerie de marine, sous-directeur de la fonderie de Ruelle. — ROCQUE (de la), colonel d'artillerie de marine, directeur du Laboratoire central et inspecteur des fabrications de l'artillerie de marine. — SAUVAGE, Ingénieur des mines, Ingénieur en chef-adjoint du matériel et de la traction à la Compagnie du chemin de fer de l'Est, professeur à l'Ecole nationale supérieure des mines. — SALOMON, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie du chemin de fer de l'Est. — SEBERT (général), administrateur de la Société anonyme des forges et chantiers de la Méditerranée. — SVILOKOSSITCH, Ingénieur civil. — TOUGAS, Inspecteur-Ingénieur des télégraphes, chargé du service de la réception et de la vérification du matériel au dépôt central. — TRESCA (Alfred), Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et à l'Institut agronomique.

B. — SECTION DE MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION AUTRES QUE LES MÉTAUX.

(Matières d'agrégation des maçonneries, etc.)

MM.

ALEXANDRE, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, secrétaire de section au Conseil général des Ponts et chaussées. — ARNOUX, capitaine du Génie. — BOUFFET, Conseiller d'Etat, directeur des affaires départementales et communales au ministère de l'Intérieur. — BOURDAIS, Ingénieur des Arts et manufactures, architecte des Bâtiments civils. — BROSSE (de la) (René), Ingénieur des Ponts et chaussées. — BRÜLL, Ingénieur civil, ancien président de la Société des Ingénieurs civils. — CAUDLOT, Ingénieur civil, directeur de la Société des ciments français et des portlands de Boulogne-sur-Mer et de Desvres, président de la chambre syndicale des fabricants de ciment portland artificiel de France. — CHABAT, préparateur du cours de constructions civiles au Conservatoire national des Arts et Métiers. — CLUGNET, directeur des manufactures de l'Etat, au service central des constructions. — COIGNET (Ed.), Ingénieur des Arts et manufactures, secrétaire de la Société des Ingénieurs civils. — COMTE (Jules), directeur des Bâtiments civils et des palais nationaux au ministère des Travaux publics. — DAUBRÉE, directeur des forêts au ministère de l'Agriculture. — DELANNOY, Ingénieur civil, ancien agent voyer en chef de la Sarthe, membre du comité technique de la vicinalité. — DENFER, Ingénieur des Arts et manufactures, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et manufactures. — DURAND-CLAYE, Inspecteur général des Ponts et chaussées, professeur et directeur du laboratoire à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — FAURE-DUJARRIC, architecte du Gouvernement, Inspecteur des services extérieurs au ministère du Commerce. — FÉRET, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, chef du laboratoire des Ponts et chaussées à Boulogne-sur-Mer. — GARNIER (Charles), membre de l'Institut, vice-président et inspecteur général des Bâtiments civils, président de la Société centrale des architectes français. — GAUTIER, ancien élève de l'Ecole des Ponts et chaussées, gérant de la société Civet, Crouet, Gautier et Cie. — GUÉRARD, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées. — GUILLAIN, Inspecteur général des Ponts et chaussées, conseiller d'Etat, directeur des routes, de la navigation et des mines au ministère des Travaux publics. — GUILLEMAIN, Inspecteur général des Ponts et chaussées, directeur de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées. — GUILLOT, ancien agent voyer en chef du Calvados, membre du comité technique de la vicinalité. — HENRY, Ingénieur civil des Mines, fabricant de ciment de laitier. — HUGUET (Georges), concessionnaire des fours à chaux de Paviers (Indre-et-Loire). — JOLY (de), architecte de la Chambre des députés, membre du conseil général des Bâtiments civils. — LAVOCAT, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, fabricant de ciment portland. — LE CHATELIER (Henri), Ingénieur en chef des Mines, professeur et directeur-adjoint du laboratoire à l'Ecole supérieure des Mines. — MENGIN-LECREULX, Inspecteur général des Ponts et chaussées. — MERCERON-VICAT, ancien Ingénieur des Ponts et chaussées, directeur de la Société Vicat et Cie, vice-président de la chambre syndicale des fabricants de ciment portland artificiel de France. — MINARD, Ingénieur des Ponts et chaussées, attaché à la direction des travaux hydrauliques du port de Cherbourg. — PHILIPPE, inspecteur général des Ponts et chaussées, directeur de l'hydraulique agricole au ministère de l'Agriculture. — QUILLOT (Camille), directeur-propriétaire de l'usine à ciment portland de Frangey (Yonne). — QUINETTE DE ROCHEMONT (baron), Ingénieur en chef des Ponts et chaussées. — RENAUD (Georges), Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, adjoint à l'inspection générale des travaux hydrauliques au ministère de la marine. — RIBEAUCOUR, chef de bataillon du Génie. — SIMÉON, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, représentant la société J. et E. Pavin, de Lafarge. — TAVERNIER (de), Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, Ingénieur en chef de la voie publique et des promenades de la ville de Paris (1re division). — TRÉLAT (Emile), Ingénieur des Arts et manufactures, professeur au Conservatoire national des Arts et métiers, directeur de l'Ecole spéciale d'architecture, architecte en chef du département de la Seine. — VAUDREMER, membre de l'Institut, inspecteur général des édifices diocésains. — VÉTILLART, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées. — VIALLET (Marius), ancien élève de l'Ecole des Ponts et chaussées, Ingénieur associé dans la Société générale et unique des ciments de la Porte de France, à Grenoble.

Digitized by Google

Secrétaire général : M. DEBRAY, Ingénieur des Ponts et chaussées, directeur-adjoint des laboratoires à l'Ecole nationale des Ponts et chaussées.

Secrétaires : MM. TERRÉ, Ingénieur des constructions navales, attaché à l'inspection générale du Génie maritime; MONMERQUÉ, Ingénieur des Ponts et chaussées; GANDILLOT, capitaine d'Artillerie adjoint à l'atelier de construction de Puteaux.

Les secrétaires participent aux travaux des deux sections et de la commission avec voix délibérative.

Art. 3. — Le ministre des Travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 9 novembre 1891. CARNOT.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics,
Yves GUYOT.

Les bureaux des deux sections ci-dessus de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction viennent d'être constituée comme suit :

Section des métaux. — Président : M. le général GRAS; vice-présidents : MM. POLONCEAU, GODRON, FÉNOUX.

Section des matériaux de construction autres que les métaux. — Président : M. GUILLEMAIN; vice-présidents : MM. Charles GARNIER, DURAND-CLAYE, BRULL.

Construction d'égouts en ciment de Portland à Melbourne.

Le « Metropolitan Board of Works », de Melbourne, a décidé la construction, dans cette ville et ses faubourgs, d'un système d'égouts recommandé par l'Ingénieur anglais Mansberghe. La dépense est évaluée à 200 millions de francs.

Dans son étude préparatoire, M. Thwaites, l'Ingénieur du « Metropolitan Board of Works », a émis la proposition de substituer à la maçonnerie en briques le bétonnage à base de ciment Portland qui, tout en étant plus économique, assure un travail meilleur et plus durable.

Cette idée a provoqué une forte opposition de la part des unions de briquetiers et de maçons et des autres métiers intéressés dans la question. M. Thwaites a présenté, à la suite de ces protestations, un rapport dans lequel il justifie son projet.

Ce document présente un intérêt évident pour nos industriels français qui désireraient concourir pour la fourniture des énormes quantités de ciment nécessaires à la construction de ce vaste réseau d'égouts.

A cet effet, comme le dit très justement le *Bulletin des Travaux publics*, il serait nécessaire qu'ils se fissent représenter à Melbourne par des agents autorisés et ayant qualité pour soumissionner, le cas échéant, sans en référer au fabricant autrement que par câble, le temps manquant d'habitude pour tout autre mode de communication.

Nos ciments de Portland français n'ont rien à craindre de la concurrence étrangère, ni comme qualité, ni comme prix.

Lorsque l'on considère d'importants travaux projetés à l'étranger tels que celui que nous relatons, on ne peut que regretter l'absence dans nos consulats des attachés commerciaux et industriels dont notre collaborateur, M. Emile Bert, réclamait dernièrement encore la création. Ces utiles agents trouveraient dans des cas de ce genre l'occasion de développer d'une façon importante nos relations internationales en exerçant une action personnelle et sur place sans laquelle la plupart des affaires industrielles manquent trop souvent d'à-propos ou de conclusion.

Conférences sur les questions ouvrières à l'Ecole libre des sciences politiques.

M. Cheysson, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a commencé le mardi 12 janvier et continuera les mardis suivants à 2 h. ½ à l'Ecole libre des Sciences politiques (27, rue Saint-Guillaume), une série de conférences sur la *Question ouvrière en France et à l'étranger.*

En voici le sommaire : I. *Universalité et acuité des questions ouvrières.* — Leurs caractères actuels. — Méthodes d'observation : statistique, monographie, enquêtes. — Législation comparée. — Bureaux de travail.

II. *L'ouvrier dans l'atelier.* — Réglementation du travail (nationale et internationale); — contrat du salaire; — grèves; — syndicats.

III. *L'ouvrier en dehors de l'atelier.* — Mesures et institutions destinées à venir en aide à la famille ouvrière : *(a)* Dans son état normal de travail et de santé (habitations, subventions, économats, sociétés coopératives, épargne); — *(b)* Au moment de ses crises (maladies, accidents, infirmités, vieillesse, décès). — Etat actuel de ces questions en France. — Projets et tendances. — Solutions adoptées dans divers pays (Europe et Etats-Unis).

IV. *Systèmes en présence.* — Intervention de l'Etat. — Patronage. — Action directe des intéressés. — L'opinion publique et les mœurs.

Ces conférences seront accompagnées de visites industrielles qui auront lieu sous la direction du professeur et serviront de commentaire pratique à son enseignement.

La Participation aux bénéfices et la Caisse de retraites de la maison Muller et Roger, à Paris.

On se souvient que MM. Muller et Roger, les fondeurs bien connus de l'avenue Philippe-Auguste, à Paris, ont créé l'an dernier dans leur établissement une Caisse de secours et une Caisse de retraites en faveur de leurs ouvriers.

Ces deux institutions, qui fonctionnent parfaitement, nous sommes heureux de le constater, assurent à l'ouvrier un secours en cas de maladie et une retraite pour ses vieux jours.

Cette année, MM. Muller et Roger viennent de compléter leur œuvre en intéressant leur personnel par la création de la participation aux bénéfices.

La séance solennelle d'inauguration de la participation et la distribution aux ayants droit des livrets de Caisse de retraites aura lieu le dimanche 14 février prochain, à une heure et demie, dans la grande salle de fonderie de leur usine, sous la présidence de M. Barberet, chef de bureau au Ministère de l'Intérieur.

Il faut souhaiter que l'exemple donné par MM. Muller et Roger soit suivi par nos grands industriels; là est certainement la solution pacifique des conflits si regrettables qui, de nos jours, éclatent à chaque instant entre le travail et le capital.

N.

Bâtiments à gradins pour le refroidissement de l'eau chaude.

Les bâtiments à gradins du système Klein, pour le refroidissement de l'eau chaude, dont nous donnons ci-après une brève description, peuvent s'appliquer avec avantage dans beaucoup d'industries et tendent à se généraliser.

La figure ci-jointe représente un de ces appareils dont la construction est fort simple et consiste en ceci : l'eau à refroidir est élevée jusqu'à une petite touraille ayant six mètres de hauteur, d'où elle s'écoule, fouettée par un grand courant d'air soufflé au bas de l'appareil, en nappes minces tombant le long de nombreux diaphragmes en bois.

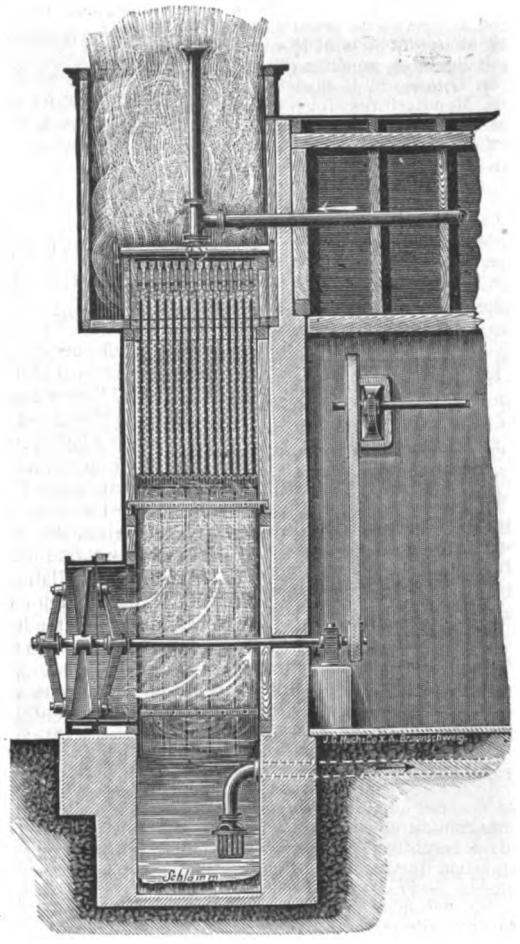


FIG. 1. — Bâtiment à gradins pour le refroidissement de l'eau chaude.

L'air traverse les bâtiments à gradins à une vitesse d'environ six mètres par seconde et provoque ainsi l'évaporation de l'eau. En s'évaporant, l'eau absorbe une importante quantité de calorique, qu'elle enlève en grande partie à la portion restée liquide, ce qui produit dans cette dernière un fort refroidissement.

L'effet du refroidissement de l'eau est naturellement plus sensible en été qu'en hiver; par contre, l'air absorbant aussi directement la chaleur de l'eau, le refroidissement direct par l'air est plus considérable en hiver qu'en été.

Les deux facteurs thermiques établissent en somme un équilibre entre les diverses saisons, de sorte que le refroidissement total peut être considéré comme à peu près constant pendant l'année.

Les bâtiments à gradins se disposent de plusieurs façons, et des puits peuvent même être transformés en constructions à gradins.

Une installation de ce genre disposée sur un toit plat offre des avantages en ce sens qu'elle est exposée au courant d'air d'une façon plus complète.

Les bâtiments à gradins peuvent être appliqués utilement dans les sucreries, les distilleries et les hauts fourneaux, pour la régénération de l'eau de refroidissement des tuyères à vent. Mais où l'application de ce système, qui indique une voie nouvelle, est particulièrement intéressante, c'est pour les installations de condensation dans les contrées où l'eau est rare, ou bien encore lorsque l'écoulement des eaux est difficile à assurer.

Eclairage électrique de l'Abattoir d'Aberdeen (Ecosse).

L'abattoir d'Aberdeen va être très prochainement éclairé par l'électricité. Dans le cas où il serait fait usage de courants alternatifs, on tenterait de les utiliser également à l'abatage des bestiaux. S'il n'en résulte aucun inconvénient pour la viande, ce système sera bientôt généralisé.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 28 décembre 1891.

Physique. — *Sur un nouveau réfractomètre.* Note de M. C. Féry, présentée par M. Schützenberger.

Aucun réfractomètre ne remplit encore, d'une manière complète, les conditions multiples exigées pour un tel appareil, qui doit ne nécessiter l'application d'aucune formule, ne demander aucun réglage ni manipulation délicate pouvant influer sur l'exactitude du résultat et cependant présenter de l'exactitude et de la précision.

C'est cette lacune que M. Féry a cru combler en imaginant l'appareil dont il donne la description dans la présente note et dont le principe est très simple : il consiste à annuler par un prisme solide d'angle variable et d'indice constant la déviation imprimée à un rayon lumineux par un prisme creux d'angle fixe et assez petit qui est rempli du liquide à mesurer.

L'auteur donne tous les détails de son appareil qui peut également servir à mesurer l'indice de réfraction des corps solides.

Chimie. — 1° *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses de sorbite avec les molybdates acides de soude et d'ammoniaque.* Note de M. D. Gernez, présentée par M. Duclaux.

2° *Sur les borates métalliques.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Darboux.

M. Le Chatelier rappelle d'abord qu'il n'y a pas de composés aussi mal connus que les borates. Les seuls dont la formule soit actuellement établie d'une façon indiscutable sont les deux hydrates de l'acide borique BoO^3,HO et $BaO^3,3HO$.

Après une étude approfondie, reprenant les travaux laissés par Ebelmen et que la mort l'a empêché de terminer, M. Le Chatelier est arrivé à démontrer que les seuls borates dont la formule doive être considérée comme établie d'une façon certaine, se rapportent à l'un des quatre types suivants : $BoO^3,3MO$; $BoO^3,2MO$; $BoO^3.MO$; BoO^3;

3° *Sur les états isomériques du sulfate de sesquioxyde de chrome.* Note de M. A. Recoura.

Dans une note antérieure, M. Recoura a fait voir que le sulfate de sesquioxyde de chrome peut, comme le sesquichlorure et le sesquibromure présenter à l'état solide deux modifications isomériques distinctes, le sulfate violet et le sulfate vert. Le sulfate violet, qui est le sel normal, est celui que l'on obtient dans les conditions ordinaires. Le sulfate vert est celui que l'on obtient quand on prépare le sulfate en présence d'une faible quantité d'eau, ou bien qu'on désbydrate partiellement par la chaleur le nitrate violet cristallisé.

Dans cette note l'auteur étudie la constitution du sulfate vert.

4° *Sur un chlorosulfure de silicium.* Note de M. A. Besson, présentée par M. Troost.

Aucune des combinaisons du cuivre et du phosphore décrites jusqu'ici n'est cristallisée. En reprenant l'étude d'un phosphure obtenu par Abel, M. Besson a pu préparer un nouveau composé et l'obtenir en cristaux définis.

Reprenant le phosphure de cuivre préparé par Abel, l'auteur a constaté que, suivant la durée de chauffe dans la vapeur de phosphore, la composition variait; il a donc continué à faire agir la vapeur de phosphore sur ce produit, et au bout de plusieurs heures, il l'a vu s'iriser, puis sa surface s'est couverte de ramifications, enfin des cristaux bien définis se sont formes.

Ils se présentent sous la forme de prismes hexagonaux.

Ces cristaux, qui atteignent jusqu'à trois et quatre millimètres de longueur, sont gris d'acier, très brillants, durs et cassants. Leur composition répond à la formule Cu^3Ph.

5° *Sur le cyanure double de cuivre et d'ammoniaque.* Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Schützenberger.

Pour préparer ce produit, M. Fleurent opère avec 15 grammes de $CuCl^2$, 3 grammes de Cl (AzH^4) et 21 grammes de CyK dissous dans des conditions telles que le volume total ne dépassât pas 200 à 220 centimètres cubes; la liqueur est maintenue pendant trois heures entre 125° et 130°. Dans ces conditions, elle s'est presque décolorée; abandonnée à l'air, elle perd lentement son ammoniaque et laisse déposer, après filtration, des lamelles hexagonales, incolores, qui possèdent la composition : $Cu^3Cy^2(AzH^4)\,Cy3AzH^3$.

Ce cyanure double est stable; dissous dans l'ammoniaque, la solution obtenue se colore en bleu à l'air; il est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante sans altération. Au-dessus de 100°, il perd de l'ammoniaque, du cyanure d'ammonium qui se sublime, et il reste du cyanure cuivreux. Traité par l'acide nitrique ou sulfurique étendu, il donne du cyanure cuivreux et dégage de l'acide cyanhydrique.

6° *Sur la formation de l'acétylène aux dépens du bromoforme.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

Agriculture. — *Observation au sujet d'une note de MM. Arm. Gautier et R. Drouin.* — Note de MM. Th. Schloesing fils et Em. Laurent, présentée par M. Duclaux.

Mathématiques. — 1° *Sur les systèmes conjugués à invariants égaux.* Note de M. Kœnigs, présentée par M. Darboux.

2° *Sur la théorie des équations différentielles linéaires.* Note de M. André Markoff, présentée par M. Hermite.

3° *Complément à un problème d'Abel.* Note de M. Bouguief, présentée par M. Darboux.

Astronomie. — *Note sur les effets de diffraction produits par les écrans placés devant les objectifs photographiques et ordinaires.* Note de M. le professeur Pritchard, présentée par M. Mouchez.

G. Petit,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE
des Électriciens.

Séance du 6 janvier 1892.

Nouvelle disposition pour transformateurs à courant continu. — Cette ingénieuse disposition, imaginée par M. Rechniewski, consiste à monter en série l'induit primaire et les lampes en circuit, tandis qu'on monte l'induit secondaire en dérivation sur ce circuit. Il en résulte que la différence de potentiel se répartit entre l'induit secondaire et les lampes, et que les deux circuits, réagissant l'un sur l'autre en raison des variations de charge, tendent à maintenir constante cette différence de potentiel.

Dans telle installation pour la distribution de l'énergie à haut potentiel et à grande distance, l'application de cette méthode est de nature à procurer une sensible économie sur le prix de la canalisation et des transformateurs, puisque la moitié seulement de l'énergie produite est alors transformée, l'autre moitié étant utilisée directement.

Affinage électrolytique du cuivre. — « On consomme actuellement en Europe environ 500 tonnes de cuivre par jour. Or, toutes les affineries électrolytiques d'Europe n'en produisent pas plus de 20 tonnes dans le même temps, ce qui correspond seulement à 4 °/₀ de la consommation totale. Il y a donc encore place pour un très grand nombre d'affineries électrolytiques de cuivre, dont la prospérité est assurée si la fabrication est conduite avec économie et, surtout, si les produits sont de qualité irréprochable. »

C'est par cette perspective d'avenir que M. Hippolyte Fontaine, en forme de péroraison, a terminé sa conférence magistrale.

Au début de celle-ci, M. H. Fontaine avait exposé des considérations générales sur les procédés d'affinage du cuivre par électrolyse; insistant sur la valeur du régime du traitement, c'est-à-dire le nombre d'ampères qui traversent le bain par mètre carré de cathode, il a posé cette règle pratique pour l'obtention d'un métal possédant les qualités physiques et chimiques requises par l'industrie :

« L'intensité du regime doit être en proportion directe de la solubilité de l'anode. »

M. H. Fontaine a décrit ensuite les plus importantes ou les plus remarquables des installations pour le traitement électrolytique du cuivre :

La *Norddeutsche Affinerie*, de Hambourg, dont le cuivre jouit d'une réputation justifiée, et qui produit environ 2500 kilogr. de ce métal par jour (sous un régime de 20 à 25 ampères). L'affinerie de Biache (Pas-de-Calais), qui électrolyse quotidiennement 4 à 500 kilogr. de cuivre (régime, 25 ampères). L'affinerie de la Société *Elliotts*, qui fabrique en Angleterre 10 tonnes de cuivre par semaine, au régime intense de 70 ampères. L'usine de Casarza (Italie), où l'on produit quotidiennement 2 tonnes de cuivre électro au moyen des procédés Marchese; ces procédés suppriment une partie des opérations métallurgiques préalables, mais ils entraînent, par contre, à d'autres opérations qui donnent lieu à des déchets et à des frais exagérés.

Après avoir parlé des expériences de M. Hugon, de Givet, dont l'idée principale a été reprise et modifiée par M. Hayden, en Amérique, l'orateur décrit le système Elmore, qui constitue, dit-il, une véritable invention donnant non seulement un cuivre *électro* excellent, mais des produits ouvrés d'un emploi courant, tels que des tubes, planches, fils, etc. Ce système, exploité par la *Société Elmore française*, à Dives, consiste à faire déposer le cuivre sur des cathodes cylindriques animées d'un mouvement de rotation, et à comprimer les molécules du métal avec des galets en agate, au fur et à mesure que s'opère le dépôt.

Puis M. H. Fontaine expose en détail les procédés Thoferhn, dont toutes les parties très étudiées constituent un système complet d'affinage nouveau, efficace et économique. Entre autres ingénieuses combinaisons, il convient de citer celle qui consiste à faire traverser le liquide électrolytique par le jet d'air d'un ventilateur; l'oxydation qui en résulte amène la précipitation d'une grande partie des impuretés, au grand avantage de la qualité des dépôts métalliques, et permet de porter le régime à 50 ampères par mètre carré de cathodes; donc, pour une même quantité d'électrolyte en traitement, la production est ainsi doublée.

L'affinerie de Pont-de-Chéruy (Isère), installée d'après cette dernière méthode, produit journellement de 12 à 1 500 kilogr. de cuivre excellent. Celle d'Eguilles (Vaucluse) extrait le cuivre de ses minerais au moyen des procédés Bessemer et Thoferhn combinés; lorsque son installation sera terminée, cette affinerie pourra produire, par jour, 4 tonnes de cuivre électro de qualité tout à fait supérieure, le prix du traitement complet pouvant être évalué à 300 fr. la tonne.

Cette dernière combinaison, a dit M. Fontaine, marque un véritable progrès sur toutes les méthodes antérieures.

Alsa.

SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES
des Ecoles nationales d'Arts et Métiers.

La Société des Anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers donnera son 7ᵉ bal annuel, à l'Hôtel Continental, le samedi 20 février prochain, à 10 heures du soir.

BIBLIOGRAPHIE

Traité théorique et pratique de la concurrence déloyale, par Henry Allart, docteur en droit, avocat à la cour d'appel de Paris. — Rousseau, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Le livre que M. Allart vient de publier, contient une étude très claire et très consciencieuse de la concurrence déloyale qui peut être définie, tout agissement, toute manœuvre ayant pour but de détourner la clientèle d'un établissement industriel ou d'une maison de commerce. Cette concurrence se manifeste sous des formes diverses que l'auteur a groupées d'une façon rationnelle. Tous les chapitres de son ouvrage offrent un grand intérêt pour les industriels, mais il en est quelques-uns qu'ils doivent plus particulièrement lire et retenir, nous citerons spécialement ceux relatifs aux dénominations pouvant amener des confusions dans la clientèle, aux usurpations de médailles et récompenses obtenues dans les expositions, aux usurpations de qualités diverses, aux secrets de fabrique, à l'interdiction de s'établir, etc. L'auteur termine son ouvrage par un exposé de la procédure suivie dans un procès en concurrence déloyale, ce qui permet à toute personne, lésée par une telle concurrence, de savoir immédiatement ce qu'elle doit faire pour sauvegarder ses intérêts.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 15. N° 505 Samedi 13 Février 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : L'aqueduc de Nadraï (Indes), p. 237. — **Chemins de fer** : Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés, p. 238; H. Heude. — **Variétés** : L'altération des peintures artistiques, p. 242; P. Jannettaz. — **Constructions navales** : L'Association technique maritime. Session de 1891 *(suite et fin)*, p. 244; Léon Vivet. — **Mécanique** : Grue hydraulique à quadruple action pour fours à réchauffer *(planche XVI)*, p. 245; — La pompe demi-rotative Japy, p. 246; G. Foris. — **Agriculture** : Le peuplier régénéré, p. 246; Henri Mamy. — **Electricité** : Conjoncteur-disjoncteur automatique, p. 247; — Gravure par le télégraphe, p. 248. — **Etudes économiques** : Office du travail de New-Jersey (Etats-Unis), p. 248; Emile Cacheux. — **Jurisprudence** : Chronique de jurisprudence, p. 249; Cunisset-Carnot. — **Informations** : Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 250; — Conférences sur la photographie au Conservatoire des Arts et Métiers, p. 250; — Comité consultatif des chemins de fer, p. 251; — Bureau de la Chambre de commerce de Paris, p. 251; — Emploi de l'électricité dans la fabrication du phosphore, p. 251; — Utilisation des eaux de l'Aar, p. 251. — *Nécrologie :* Fernand-Raoul Duval, p. 251; H. Rémaury; — Léon Bour, p. 251; Compère.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 22 janvier 1892, p. 252; P. Jannettaz. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 11 décembre 1891, p. 252.

Bibliographie. — **Livres récemment parus, p. 252.**

Planche XVI : Grue hydraulique à quadruple action pour four à réchauffer.

TRAVAUX PUBLICS

L'AQUEDUC DE NADRAÏ (INDES)

Les famines qui éprouvent trop souvent les malheureuses populations des Indes anglaises ont montré la nécessité d'entreprendre, sur une échelle grandiose, des travaux d'irrigation dans un certain nombre de provinces du grand empire colonial britannique.

L'important ouvrage dont nous allons parler fait partie du système de canaux d'irrigation des provinces du nord-ouest des Indes; il a été achevé vers la fin de l'année 1889. Il est destiné à conduire les eaux du canal du Gange inférieur au-dessus du Kali Naddi, et il doit constituer une prolongation du système d'irrigation du canal du Gange supérieur, conçu et exécuté par Sir Proby Cautley au moment de la grande insurrection, et ouvert à l'exploitation depuis l'année 1876.

En 1888-1889, le canal du Gange inférieur présentait une longueur de 907 kilomètres pour la branche principale, et de 3 300 kilom. pour les branches secondaires émissaires; la superficie irriguée était de 210 000 hectares de terres labourables. Il a donc été urgent de reconstruire l'aqueduc qui remplace un ouvrage de dimensions beaucoup plus réduites, c'est-à-dire constitué de cinq ouvertures de 10m 670 de longueur chacune, et qui fut endommagé par l'inondation du mois d'octobre 1884, et complètement emporté lors d'une autre inondation survenue au mois de juillet 1885.

La rivière Kali Naddi n'est, pendant la plus grande partie de l'année, qu'un cours d'eau relativement insignifiant, présentant seulement 15 mètres de largeur; mais, à la date que nous venons d'indiquer, il a subi une crue qui a porté sa largeur à plus d'un kilomètre et demi, et sa profondeur, par endroits, à plus de 7 mètres.

Par suite de cette crue, non seulement l'ancien aqueduc fut emporté, mais aussi un pont sur voie ferrée et un autre pont donnant passage à la route, placés en aval de l'aqueduc; en outre, plusieurs villages furent complètement détruits.

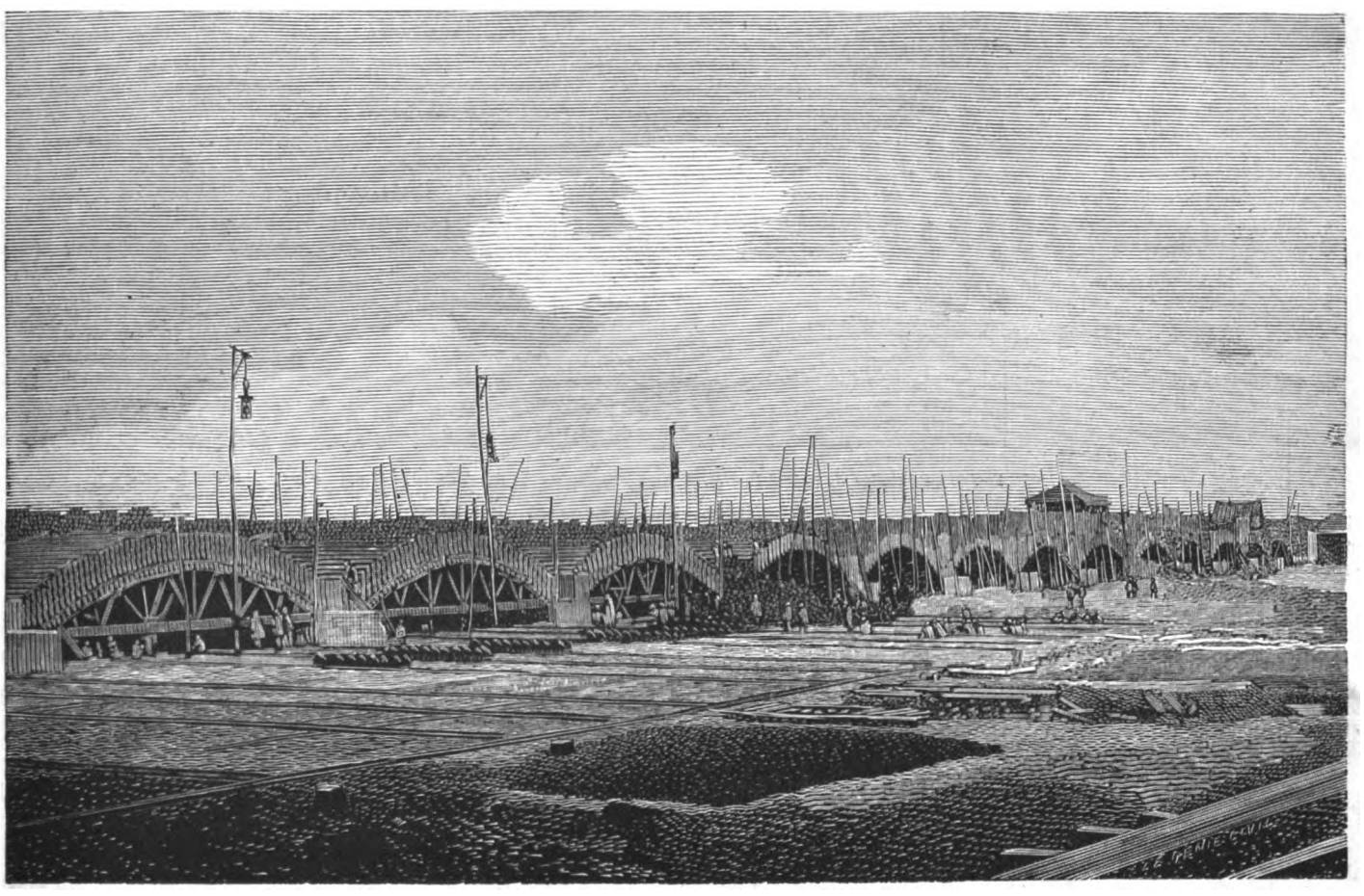


Fig. 1. — Aqueduc de Nadraï (Indes). Construction des voûtes en briques.

Pour prévenir de pareils accidents, on a donné, suivant le *Scientific American* auquel nous empruntons ces renseignements, aux fondations du nouvel aqueduc des proportions telles que les trois quarts de la dépense totale d'argent et de temps ont été consacrés aux travaux sous le sol.

Ces fondations sont constituées par 268 cylindres ou puits en briques, de section circulaire, fondés à 16m 700 au-dessous du lit de la rivière. Les arches sont au nombre de 60, divisées par groupes de 5, au moyen de forts piliers (fig. 3). Chacun de ceux-ci est formé d'une double rangée de puits de 3m 660 de diamètre et distants entre eux de 710 millimètres; les piliers circulaires sont constitués par une seule

Digitized by Google

rangée de puits de 7m 310 de diamètre, placés à la même distance les uns des autres.

Tous les puits sont foncés à travers une couche d'argile jaune compacte, ayant une épaisseur moyenne de 4m 600, dans une couche inférieure de sable pur. Ils sont maçonnés avec de la chaux hydraulique.

La longueur totale des puits foncés est d'environ 4 600 mètres linéaires. Le fonçage a été exécuté à la main ou au moyen de dragues à vapeur. Commencé au mois de mai 1886, il a été achevé au mois de mai 1888. La construction des arches a été commencée au mois de novembre 1888 et terminée en avril 1889. Les travaux ont été poursuivis nuit et jour; pendant la nuit, le chantier était éclairé au moyen de 10 lampes à arc de 2 500 bougies chacune.

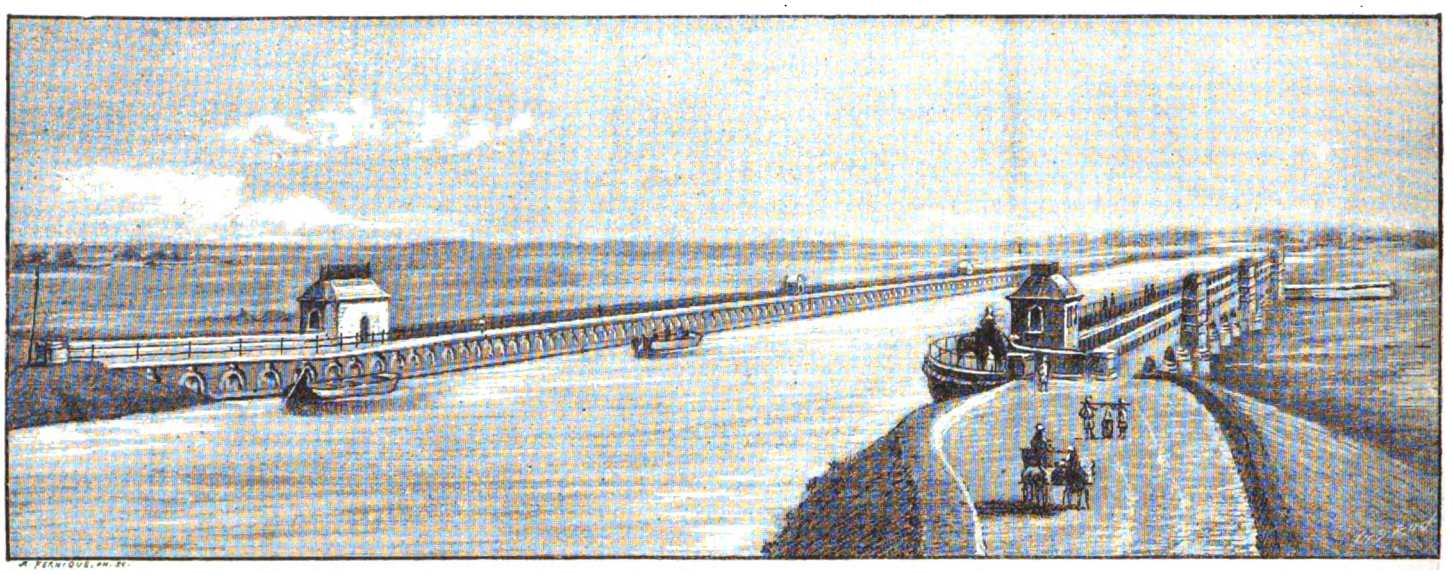


FIG. 2. — Aqueduc de Nadraï (Indes). Vue perspective vers l'amont du canal.

Bien que construit très solidement, cet aqueduc n'est pas d'un aspect trop monotone, comme la plupart des ouvrages du même genre; en effet, les lignes d'ombre obtenues grâce aux encorbellements devant supporter le chemin de circulation, donnent à la façade de l'ouvrage un relief élégant, tandis que la corniche est interrompue par des tourelles s'élevant au-dessus des grands piliers.

T. C. H.

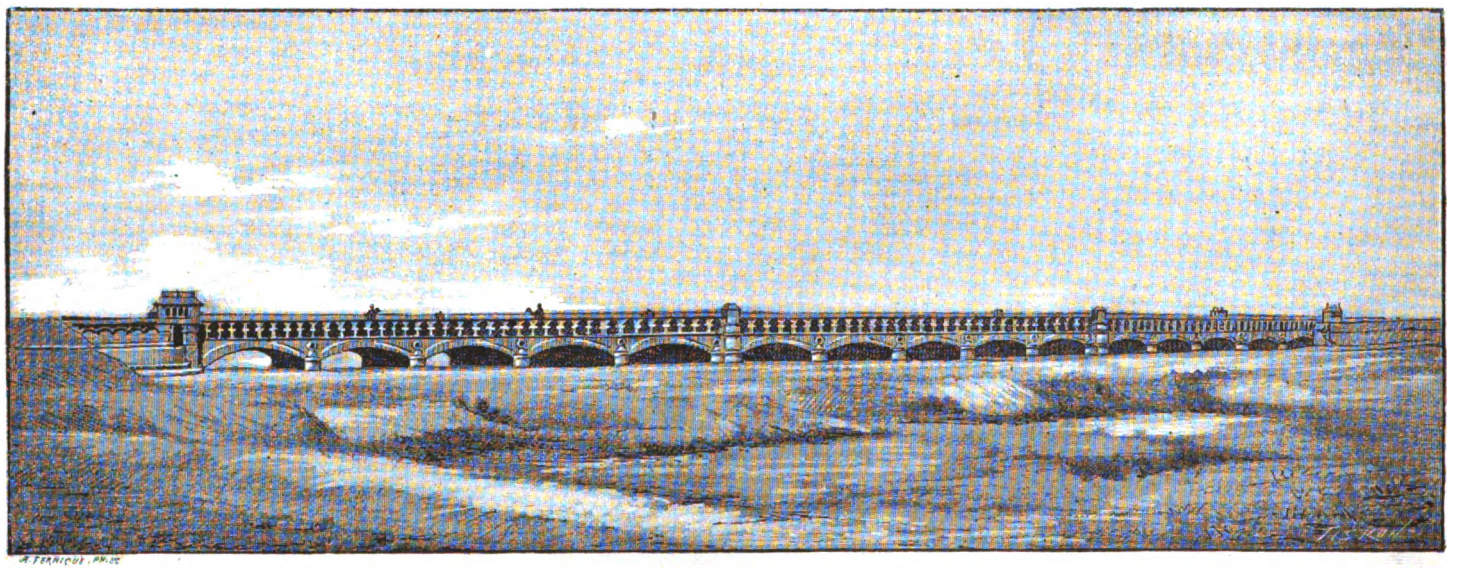


FIG. 3. — Aqueduc de Nadraï (Indes). Vue panoramique vers l'aval de la rivière.

CHEMINS DE FER

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

Introduction. — La loi du 11 juin 1880, relative aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways est appliquée depuis plus de dix ans. Elle a été souvent et vivement critiquée, elle a donné lieu à bien des mécomptes et les résultats qu'elle a produits ne sont pas très connus. Le Ministère des Travaux publics publie, en effet, les résultats d'exploitation, mais il ne donne pas les charges imposées à l'Etat pour chaque ligne, ni surtout celles des départements, qui sont quelquefois considérables. De plus, cette loi, fort compliquée par elle-même, a été appliquée de bien des manières, très différentes les unes des autres; les conventions passées entre les départements et les concessionnaires diffèrent presque toutes, et il suffit d'une différence fort peu importante en apparence, pour produire des résultats absolument dissemblables. Pour calculer la subvention de l'Etat, il a fallu une circulaire ministérielle (celle du 26 septembre 1887) qui prévoit l'établissement d'un graphique, fort simple pour les gens du métier qui sont habitués à se servir de courbes, mais très difficile à comprendre pour le public. Et encore cette circulaire n'est-elle pas acceptée par tout le monde : dans certains cas, il y a matière à discussion, ainsi que nous le verrons dans le cours du présent travail. Quant aux départements, leurs charges diffèrent beaucoup suivant la forme des conventions, et il est permis de croire, en raison des résultats obtenus, que les rédacteurs des conventions ne se sont pas toujours rendu compte des conséquences de certaines clauses et de certaines dispositions.

Il nous a donc paru intéressant d'étudier d'abord séparément chaque convention pour toutes les lignes construites sous le régime de la loi du 11 juin 1880 et mises en exploitation avant 1890; c'est ce qui fait l'objet du chapitre Ier.

Nous avons commencé par analyser succinctement chaque convention, en indiquant le système employé, la longueur exploitée, le capital de premier établissement, le maximum de la subvention de l'Etat, les engagements du département, la formule d'exploitation. Nous avons examiné ensuite les résultats, c'est-à-dire les recettes brutes kilométriques et les charges kilométriques qui en ont résulté pour l'Etat et le département, ainsi que la situation du concessionnaire.

En ce qui concerne l'Etat, nous avons dressé pour chaque ligne le graphique prévu par la circulaire du 26 septembre 1887, et nous avons pu ainsi déterminer les recettes brutes pour lesquelles la subvention de l'Etat commencera à diminuer et celles pour lesquelles elle deviendra nulle.

Digitized by Google

En ce qui concerne chaque département, nous avons indiqué également ses charges kilométriques actuelles, de quelle manière elles varieront avec l'augmentation des recettes et le moment où elles deviendront nulles.

En ce qui concerne chaque concessionnaire, nous avons étudié quelle était sa situation et quel intérêt il pouvait avoir à développer le trafic.

Enfin, chaque fois que cela était possible, nous avons indiqué le chiffre des recettes brutes kilométriques à partir duquel il y aura lieu de commencer à appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880 relatif aux remboursements des avances faites par l'Etat et les départements.

Nous avons divisé notre travail en deux sections : la section A comprend toutes les lignes à voie normale; la section B comprend toutes les lignes à voie de 1 mètre (chemins de fer d'intérêt local et tramways), car il nous a paru inutile de séparer les tramways des chemins de fer d'intérêt local. Chaque section est ensuite divisée en paragraphes suivant les systèmes adoptés : garantie pure, garantie avec maximum, subvention fixe du département. Nous nous sommes adressé à tous nos collègues chargés du contrôle dans les départements et nous leurs avons demandé des renseignements détaillés, qu'ils ont eu la complaisance de nous fournir. Nous croyons donc que les résultats que nous donnons, sont aussi rigoureusement exacts que possible.

Dans le chapitre II, nous donnerons le résumé des résultats obtenus.

Enfin, dans le chapitre III, nous examinerons les différentes dispositions adoptées, leurs avantages et leurs inconvénients, puis nous indiquerons celles qu'il y aurait lieu d'adopter dans l'avenir.

Chapitre I. — Analyse succincte de chaque convention.

SECTION A. VOIE NORMALE. — § 1er. **Système de la garantie d'intérêt.** — *N° 1. Département de la Gironde.* — La ligne du Blayais et le réseau des Landes ont été déclarés d'utilité publique par la loi du 22 août 1881 ; ils ont été mis successivement en exploitation de 1884 à 1889.

Les longueurs réellement construites ont été :

Pour le réseau des Landes	217km 758
Pour les lignes du Blayais.	51 762
TOTAL.	269km 520

La longueur exploitée et garantie est de 275km 342.

D'après la loi et la convention annexée, on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de quatre-vingt-dix-neuf ans par un concessionnaire.

Le département s'est engagé à subvenir au paiement intégral de l'insuffisance, tant à l'aide de ses ressources propres qu'à l'aide de la subvention de l'Etat. Il s'est réservé le droit d'ajouter au capital de premier établissement les insuffisances qui se produiraient sur les sections livrées partiellement à l'exploitation pendant la période de construction.

Les dépenses de premier établissement, dont le maximum était fixé à 21 millions, se sont élevées :

Pour le réseau des Landes à . . . . . Fr.	13.511.885 34
Pour la ligne du Blayais à.	6.081.976 25
TOTAL	19.593.861 59

Ce qui fait ressortir le prix du kilomètre à $\frac{19.593.861^{fr}\,59}{269^{km}\,520} = 72\,700$ fr. en nombre rond ; mais comme on a ajouté au capital de premier établissement les insuffisances des trois premiers exercices 1884-85-86, qui se sont élevées à 2 114 682 francs, le capital de premier établissement s'est élevé à 21 708 543 francs, soit à 80 545 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 400 000 francs, soit à 1 453 francs $\left(=\frac{400\,000}{275{,}342}\right)$ par kilomètre.

Pour des recettes inférieures à 5 500 francs, les frais d'exploitation sont fixés à 3 786 francs par kilomètre, pour deux trains par jour seulement dans chaque sens.

Tant que les recettes seront comprises entre 5 500 et 6 000 francs, les frais d'exploitation seront fixés à forfait à 4 300 francs, avec l'obligation pour la Compagnie d'organiser un nombre de trains suffisant pour assurer une bonne exploitation.

Au-dessus de 6 000 francs, les frais sont évalués au moyen de la formule $F = 2300 + \frac{R}{3}$.

Voyons les résultats :

Les recettes kilométriques ont été les suivantes :

	Kilométriques
1887 . . . . . Fr.	3.270
1888	3.767
1889	4.242
1890	4.178

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum depuis 1887, c'est-à-dire 400 000 francs. Si nous faisons le graphique de la circulaire de 1887, on voit que le premier maximum que l'on rencontrera sera le premier, $^1/_2$ I, et comme pour des recettes inférieures à 5 500 francs $F = 3\,786$, on a :

$$^1/_2 I = \frac{4\,027{,}25 + 3\,786 - R}{2} = 3\,906{,}63 - \frac{R}{2}.$$

La subvention de l'Etat diminuera donc à partir du moment où l'on aura :

$$1\,453 \text{ fr.} = 3\,906 \text{ fr. } 63 - \frac{R}{2}.$$

d'où : $$R = 4\,906 \text{ fr.}$$

Comme les recettes atteignent déjà 4 178 francs, il est possible que la subvention de l'Etat diminue dans un avenir peu éloigné. Mais il se produira une anomalie lorsque les recettes passeront par 5 500 francs.

Les frais d'exploitation augmenteront brusquement de 3 786 francs à 4 300 francs, et par suite $^1/_2$ I et la subvention kilométrique de l'Etat s'élèveront également brusquement.

En effet, on aura alors :

$$I' = 4\,027{,}25 + 4300 - R,$$

d'où : $$^1/_2 I' = 4\,163{,}63 - \frac{R}{2},$$

et par suite la moitié de l'insuffisance qui, avec la première formule, était, pour 5 500 francs de recettes, de 1 157 francs, passera, avec la deuxième formule, à 1 414 francs. La différence est de 257 franc

Au-dessus de 6 000 francs de recettes, on aura :

$$I'' = 4\,027{,}25 + 2\,300 + \frac{R}{3} - R,$$

d'où : $$^1/_2 I'' = 3\,163 \text{ fr. } 63 - \frac{R}{3}.$$

et par suite la subvention de l'Etat ne sera nulle que lorsqu'on aura $R = 9\,491$ francs (1).

En ce qui concerne le département, il suffit de calculer l'insuffisance par kilomètre par la formule :

$$I = 4\,027{,}25 + 3\,786 - R,$$

ou : $$I = 7\,813{,}25, - R$$

et d'en rétrancher la subvention de l'Etat. Mais il convient encore d'y ajouter les intérêts des insuffisances constatées pendant les exercices 1884-85 et 1886, que le département a ajoutées au capital de premier établissement, ainsi qu'il s'en était réservé le droit. Ces intérêts se montent à 105 734 fr. 10.

On trouve ainsi que les charges kilométriques du département, déduction faite de la subvention de l'Etat, ont été en 1890 de 579 325 francs en totalité, et par kilomètre de 2 104 francs.

Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent tant que la recette kilométrique ne dépassera pas 5 500 francs, mais à ce moment l'insuffisance augmentera brusquement de 514 francs par kilomètre, puisque les frais d'exploitation monteront de 3 786 à 4 300 francs, et les charges kilométriques du département augmenteront de la moitié, soit de 257 francs par kilomètre, et de plus de 70 000 francs en totalité.

La subvention diminuera ensuite progressivement et deviendra nulle quand les recettes atteindront 9 491 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il est toujours sûr de recevoir l'intérêt à 5 % de ses frais de premier établissement, sur lequel il a peut-être réalisé un certain bénéfice. A-t-il un intérêt immédiat à développer le trafic ? Evidemment non. Ses frais d'exploitation étant fixés à forfait à 3 786 francs, si les recettes augmentent d'une quantité quelconque, la subvention départementale qu'il touche diminuera juste d'autant, et si ses frais d'exploitation augmentent, ce qui n'est pas douteux, il y perdra.

Quand les recettes approcheront de 5 500 francs, il aura intérêt à les faire monter à 5,501 francs, pour que ses frais d'exploitation montent de 3 786 francs à 4 300 francs.

La différence sera fort importante. En effet, au-dessus de 5 500 fr., l'insuffisance est donnée par la formule :

$$I = 7\,813{,}25 - R ;$$

au-dessus de 5500, elle est donnée par la formule :

$$I' = 8\,327{,}25 - R.$$

Pour une recette de 5 499 francs, le concessionnaire recevra donc par kilomètre, de l'Etat et du département, 2 314 francs. Pour une recette de 5 501 francs, il recevra 2 826 francs ; la différence est de 512 francs, et pour 275 kilomètres, cela fera plus de 140 000 francs, ce qui n'est pas à dédaigner.

Il est assez étrange de constater un pareil résultat ; cela tient à ce que les conventions sont souvent modifiées en dernier lieu et qu'on ne vérifie pas toujours les conséquences de ces modifications.

L'anomalie qui nous occupe vient évidemment de ce que l'évaluation des frais d'exploitation, fixée primitivement à 4 300 francs, a paru excessive au département, et que le futur concessionnaire a consenti au dernier moment à les réduire à 3 786 francs, à la condition de n'être tenu qu'à faire deux trains par jour tant que les recettes ne dépasseraient pas 5 500 francs par kilomètre.

La différence, 514 francs, représente, en effet, très approximativement, le prix du parcours pendant 365 jours de 2 kilomètres d'un train à 0,70 par kilomètre, prix fixé pour les trains supplémentaires. Le département aura évidemment accepté cette concession sans se douter de ce qui se passera au moment où les recettes atteindront 5 500 francs. Or, actuellement, la Compagnie fait plus de deux trains par jour

(1) En opérant par kilomètre, nous n'arrivons peut-être pas aux mêmes résultats qu'en opérant sur la totalité, parce que le réseau construit et garanti est de 269km 520, tandis que le réseau exploité et garanti est de 275km 342. Mais comme la différence est faible, nous devons arriver à une approximation suffisante.

Digitized by Google

sans demander aucun supplément au département (1) et le fait signalé pourra bien se produire assez prochainement, puisque les recettes kilométriques atteignent déjà 4 178 francs.

Tant que les recettes resteront comprises entre 5 500 et 6 000 francs, le concessionnaire n'aura aucun avantage immédiat, au contraire, à les augmenter, et au-dessus de 6 000 francs, il en sera à peu près de même, en raison de l'application de la formule $F = 2300 + \frac{R}{3}$.

Nous ne voulons en aucune façon incriminer la Compagnie concessionnaire, qui fait sans doute tout ce qu'elle peut pour développer le trafic, qui se préoccupe sans cesse des dettes qu'elle contracte tous les ans envers l'Etat et le département, et qui espère peut-être les rembourser avant la fin de la concession. Mais ce résultat est certainement lointain ; en effet, l'article 15 de la loi du 11 juin 1880 ne commencera à être appliqué que lorsque l'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 80\,545 + F = 4832^{fr}\,70 + 2300 + \frac{R}{3},$$

d'où R = 10 700 francs par kilomètre en nombre rond.

Bien que les recettes kilométriques augmentent un peu, il est permis de croire qu'un pareil résultat ne sera pas atteint avant longtemps. Dès lors, il nous paraît regrettable que le concessionnaire n'ait aucun intérêt immédiat à développer le trafic et, sans attaquer la Compagnie actuelle, il nous est permis de dire que les dispositions de la convention sont fort mauvaises.

En résumé, pour 1890, avec une recette kilométrique de 4178 francs,

L'Etat a payé par kilomètre	Fr.	1.453
Et le département		2.104
TOTAL		3.557

L'Etat ne verra sa subvention diminuer que lorsque les recettes dépasseront 4 907 francs. Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, mais le concessionnaire n'en a pas immédiatement. Il n'en aura qu'au moment où les recettes passeront de 5 499 à 5 501 francs, parce qu'alors il y gagnera une somme considérable qui lui sera payée par l'Etat et le département.

. . . . . .

N° 2. Département des Bouches-du-Rhône. a) *Lignes de Fontvielle à Salon, etc.* — Les lignes, d'une longueur totale de 85^{kil} 014, ont été déclarées d'utilité publique par la loi du 30 août 1884 et ont été mises en exploitation en août et décembre 1887.

D'après la loi et la convention annexée, on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 77 ans par un concessionnaire.

Le département s'est engagé à subvenir au paiement intégral de l'insuffisance, tant à l'aide de ses ressources propres qu'à l'aide de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement, primitivement fixé à 9 millions, a été dernièrement arrêté à 9 095 100 fr. 91, soit 106 983 fr. 60 par kilomètre. Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 170 000 fr., soit à 1 999 fr. 67 ou 2 000 fr. en nombre rond par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2\,300 + \frac{R}{3},$$

avec minimum de 4 300 fr. correspondant à une recette de 6 000 fr.

Voyons les résultats.

Les recettes kilométriques ont été les suivantes :

En 1888.	Fr.	2.506 »
1889.		2.389 »
1890.		2.459 »

En ce qui concerne l'Etat, il a toujours payé son maximum.

Si l'on fait le graphique de la circulaire de 1887, on trouve que le premier maximum qui sera rencontré sera le deuxième :

$$500 + \frac{m - R}{4} = 3\,000 - \frac{R}{4}.$$

La subvention de l'État ne diminuera que lorsqu'on aura

$$2\,000 = 3\,000 - \frac{R}{4},$$

d'où R = 4 000 fr.

Le premier maximum $^1/_2$ I ne sera jamais rencontré. A 9 000 fr. on rencontrera le troisième $^1/_2$ (m + 500 — R), et la subvention de l'Etat ne cessera que lorsque les recettes atteindront 10 500 fr.

Comme les recettes ne paraissent pas augmenter rapidement, il est probable que l'Etat paiera longtemps son maximum.

En ce qui concerne le département, sa subvention s'obtient en prenant l'insuffisance

$$I = 0{,}05\ A + F - R$$

et en en retranchant la subvention de l'Etat.

$$I = 5\,349 \text{ fr. } 18 + 4\,300 \text{ fr.} - R = 9\,649 \text{ fr. } 18 - R$$

et pour 1890 où R = 2 458 fr. 83, I = 7 190 fr. 35.

(1) Cela résulte d'une nouvelle convention passée entre le département et le concessionnaire, le 17 janvier 1889. Elle porte que le concessionnaire prendra à sa charge les frais du train supplémentaire pour une recette kilométrique inférieure à 5 000 francs. Pour une recette comprise entre 5 000 et 5 500 francs, ce même train sera payé par le département au concessionnaire à raison de 0,35 le kilomètre au lieu de 0,70, etc. Nous n'avons pas à entrer dans ces détails, qui ne changent pas grand'chose à nos résultats.

Si on retranche la subvention de l'Etat 1 999 fr. 67, il reste 5 190 fr. 68 par kilomètre.

Comme le premier maximum $^1/_2$ I ne sera jamais appliqué pour la subvention de l'Etat, il en résulte que le département paiera toujours plus que l'Etat; sa subvention ne cessera que lorsque l'insuffisance calculée avec la limite maxima de 5 400 fr. prévue par l'article 9 de la convention pour les frais d'exploitation deviendra nulle, c'est-à-dire lorsque les recettes atteindront 10 749 fr.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a sans doute réalisé un certain bénéfice sur la construction et il en reçoit les intérêts à 5 %; jusqu'à une recette brute de 6 000 fr., ses frais d'exploitation restent fixés à une somme de 4 300 fr.; il ne doit pas y perdre. De plus, si les recettes augmentent d'une quantité quelconque, la subvention qu'il touche du département diminue juste d'autant, et comme ses frais d'exploitation augmentent toujours un peu, il y perd. Par suite, le concessionnaire n'a pas d'intérêt immédiat à développer le trafic. Il est vrai qu'il contracte tous les ans des dettes importantes envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêt, et elles ne pourront être remboursées que par application de l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, lorsqu'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 106\,983 \text{ fr. } 60 + 2\,300 + \frac{R}{3},$$

d'où R = 13 078 francs.

Comme les recettes ne sont que de 2 459 fr. et qu'elles n'augmentent guère, il est probable qu'un pareil résultat se fera longtemps attendre, et sans avoir à apprécier de quelle manière la Compagnie remplit ses engagements, il est permis de trouver fort mauvaise une convention qui ne donne au concessionnaire aucun intérêt au développement du trafic.

En résumé, en 1890, pour une recette de 2 459 fr.,

L'Etat a payé par kilomètre	Fr.	1.999 67
Et le département.		5.190 68
TOTAL	Fr.	7.190 35

L'Etat paiera longtemps son maximum. Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, mais le concessionnaire n'en a aucun.

b) *Ligne d'Eygnières à Meyrargues.* — Cette ligne, d'une longueur de 47^{kil} 502 a été déclarée d'utilité publique par la loi du 27 juillet 1886. Elle a été mise en exploitation en juillet 1889.

Les dispositions de la convention sont semblables à celles de la précédente.

Le capital de premier établissement, fixé à 5 250 000 francs, s'est élevé à 5 230 353 fr. 26, soit à 110 108 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 72 450 francs, soit à 1 525 fr. 20 par kilomètre.

En 1890, les recettes n'ont été que de 1 314 fr. 80 par kilomètre. L'Etat paiera donc son maximum.

En faisant le graphique de la circulaire de 1887, on trouve que le premier maximum qui sera rencontré sera le deuxième

$$500 + \frac{m - R}{4} = 3\,000 - \frac{R}{4}.$$

La subvention de l'Etat ne diminuera donc que lorsqu'on aura

$$1\,525 \text{ fr. } 20 = 3\,000 - \frac{R}{4},$$

d'où R = 5899 francs.

L'on n'aura jamais à appliquer le premier maximum $^1/_2$ I, mais le troisième à partir de 9 000 francs de recettes, et la subvention de l'Etat ne s'annulera que lorsque les recettes atteindront 10 500 francs.

En ce qui concerne le département, sa subvention s'obtient en prenant l'insuffisance qui, pour F = 4 300, devient

$$I = 9\,800{,}4 - R$$

et pour R = 1 314,8,

$$I = 8\,485{,}6$$

Si l'on en retranche la subvention de l'Etat 1 525 fr. 20, il reste à la charge du département 6 960 fr. 40 par kilomètre.

Le département a grand avantage à ce que les recettes augmentent. De plus, comme la subvention de l'Etat n'atteindra jamais $^1/_2$ I, il paiera toujours plus que l'Etat, et sa subvention ne cessera que lorsque l'insuffisance calculée avec la limite de 5 400 francs prévue par l'article 9 de la convention pour les frais d'exploitation deviendra nulle, c'est-à-dire quand les recettes atteindront 10 900 francs.

Quant au concessionnaire, il n'a, comme pour les lignes précédentes, aucun intérêt immédiat à ce que les recettes augmentent.

En résumé, pour une recette de 1 314 fr. 80,

L'Etat paie en 1890		1.525 20
Et le département.		6.960 40
TOTAL. . . .	Fr.	8.485 60

Il est probable que l'Etat paiera longtemps son maximum. Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, mais le concessionnaire n'en a aucun.

N° 3. Département de la Haute-Marne. — La ligne de Gudmont à Rimaucourt, d'une longueur de 21^{kil} 317, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 11 août 1884, et elle a été mise en exploitation le 1er juillet 1887. D'après la loi et la convention annexée, l'on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation, pour une période de 75 années, par un concessionnaire.

Digitized by Google

Le département s'est engagé à subvenir au paiement intégral de l'insuffisance, tant à l'aide de souscriptions particulières et communales qu'à l'aide de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement est fixé à 110 966 francs le kilomètre. Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 40 000 fr., soit à 1 876 fr. par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2300 + \frac{R}{3}$$

avec minimum de 4 000 fr. pour les trois premières années et de 4 300 fr. pour les années suivantes.

Voyons les résultats.

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales.	Kilométriques.
1888 . . . . . Fr.	58.059 »	2.724 »
1889	59.930 »	2.811 »
1890	68.082 »	3.194 »

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum pendant les trois dernières années. Le premier maximum qui sera rencontré sera le deuxième de la circulaire de 1887,

$$500 + \frac{m - R}{4} = 3000 - \frac{R}{4};$$

par suite, la subvention kilométrique de 1 876 fr. ne diminuera que lorsque les recettes dépasseront 4 496 fr. Il y a augmentation dans ces recettes depuis trois ans et, par suite, la subvention de l'Etat pourra diminuer dans un avenir peu éloigné. Le premier maximum $^1/_2$ I ne sera jamais appliqué, et la subvention de l'Etat cessera par application du troisième maximum $^1/_2 (m + 500 - R)$ pour une recette de 10 500 fr.

En ce qui concerne le département et les communes, que nous considérerons comme ne faisant qu'un, voici les résultats. En 1888, l'insuffisance

$$I = 0{,}05\,A + F - R$$

est devenue, pour F = 4 000, et R = 2 723 fr. 60,

$$I = 9\,548 \text{ fr. } 3 - R = 6\,824 \text{ fr. } 70.$$

Si on en retranche la subvention de l'Etat, 1 876 fr. 30, on trouve que la charge du département a été de 4 948 fr. 40 par kilomètre et de 4 948 fr. 40 × 21^{kil} 317 = 105 485 en totalité.

Au commencement de l'année 1889, le département a remboursé à la Société concessionnaire les dépenses de premier établissement, soit 110 966 fr. par kilomètre. Pour avoir une comparaison avec les autres lignes, nous supposerons toujours que le département a emprunté la somme à 4,20 °/₀ avec amortissement en quatre-vingt-dix-neuf ans, et par suite l'annuité kilométrique provenant de ce chef à la charge du département peut être évaluée à

$$110\,966 \text{ fr.} \times 0{,}0427 = 4\,738 \text{ fr. } (1).$$

En 1889, la différence entre les frais d'exploitation évalués à forfait à 4 000 fr. et les recettes a été de 25 340 fr. 60 en totalité, soit de 1 188 fr. par kilomètre.

La charge totale kilométrique du département a donc été de Fr.	5.926	»
et si on en retranche la subvention de l'Etat.	1.876	»
il reste . . . . . Fr.	4.050	»

par kilomètre à la charge du département et des communes.

En 1890, les frais d'exploitation ont été évalués à 4 000 fr. pour les six premiers mois et à 4 300 fr. pour les six autres. La différence entre les frais d'exploitation et les recettes a été égale à 20 412 fr. 69 en totalité, soit à 957 fr. par kilomètre.

La charge totale du département a donc été de 4 738 francs + 957 fr. = ... Fr.	5.695	»
et si on en retranche la subvention de l'Etat	1.876	»
il reste . . . . . Fr.	3.819	»

à la charge du département et des communes.

Ces dernières ont payé au département, en 1889, une somme totale de 68 980 fr., et lui ont promis des annuités pendant soixante-dix ans, s'élevant annuellement à 11 911 fr. à partir de 1890; mais, nous le répétons, nous admettons que le département et les communes ne font qu'un. Par suite, les subventions kilométriques du département solidarisé avec les communes peuvent être évalués :

En 1888, à . . . . . Fr.	4.948	»
1889, à	4.050	»
1890, à	3.819	»

Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, puisqu'il garantit la différence F — R, ou 4 300 — R, tant que la recette kilométrique ne dépassera pas 6 000 fr.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a été remboursé intégralement de ses frais de premier établissement, et il est à supposer qu'il a réalisé un certain bénéfice à cette opération.

A-t-il un intérêt immédiat à développer le trafic?

Evidemment non. Ses frais d'exploitation étant fixés à forfait à 4 300 fr. par kilomètre, tant que la recette ne dépassera pas 6 000 fr., il réalise sans doute un petit bénéfice de ce chef; car ses frais réels d'exploitation sont probablement inférieurs à 4 300 fr. pour une recette de 3 200 fr. en nombre rond. Or, si les recettes augmentent d'une quantité quelconque, la subvention départementale qu'il touche diminuera d'autant, et si ses frais d'exploitation augmentent, ce qui n'est pas douteux, il y perdra.

Nous ne pouvons donc que répéter ce que nous avons dit pour le département de la Gironde, puisqu'il s'agit du même cas et de la même Compagnie concessionnaire.

En résumé, pour 1890, avec une recette kilométrique de 3 200 fr. en nombre rond,

L'Etat a payé par kilomètre . . . . . Fr.	1.876	»
et les charges du département et des communes peuvent être évaluées à.	3.819	»
TOTAL . . Fr.	5.695	»

L'Etat ne verra sa subvention diminuer que lorsque les recettes dépasseront 4 496 fr. Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, mais le concessionnaire n'en a aucun.

N° 4. Département du Puy-de-Dôme. (Ligne de Gerzat à Maringues). — Cette ligne, d'une longueur d'environ 20 kilomètres, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 11 janvier 1887, et elle a été mise en exploitation le 17 février 1889.

D'après la loi et la convention annexée, l'on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 71 ans par un concessionnaire.

Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance, tant à l'aide de ses ressources propres qu'à l'aide de la subvention de l'Etat et de celles des communes et des particuliers.

Le capital de premier établissement est fixé à 88 800 francs le kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'État est fixé à 27 000 francs en totalité, soit à 1 350 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2\,000 + \frac{R}{3}, \text{ avec minimum de } 3\,666 \text{ fr. } 66.$$

A partir d'une recette kilométrique de 12 000 francs, les dépenses d'exploitation seront fixées à la moitié de cette recette.

Voyons les résultats.

Nous ne connaissons encore que les recettes d'un exercice complet, 1890. Elles se sont élevées à 5 676 francs par kilomètre.

En ce qui concerne l'Etat, le maximum de sa subvention n'a pas été atteint; en effet, le maximum qu'il y a lieu d'appliquer est le premier de la circulaire de 1887, c'est-à-dire $^1/_2$ I, et dans l'espèce on a :

$$I = 0{,}05 \times 88\,800 + 2\,000 + \frac{R}{3} - R = 6\,440 - \frac{2R}{3}$$

d'où :

$$^1/_2\,I = 3\,220 - \frac{R}{3}.$$

Pour R = 5 676, la subvention kilométrique de l'Etat doit donc être réduite à 1 328 francs par kilomètre ou 26 560 francs en totalité, au lieu de 27 000. (Le chiffre réellement payé a été de 26 637 francs; la différence est insignifiante).

En ce qui concerne le département, il a payé la même somme que l'Etat et son intérêt est le même. Les subventions de l'Etat et du département cesseront lorsque les recettes kilométriques atteindront 9 660 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a réalisé peut-être un certain bénéfice sur le prix de premier établissement, et il en recevra toujours l'intérêt à 5 °/₀; il est également remboursé de ses frais d'exploitation évalués à 2 000 francs + $\frac{R}{3}$, soit 3 892 francs pour une recette de 5 676 francs.

A-t-il intérêt à développer le trafic? Si la formule est exacte, ce qui est possible pour une pareille recette, c'est-à-dire si les frais réels d'exploitation s'élèvent à 3892 francs, le coefficient d'exploitation est égal à $\frac{3\,892}{5\,676} = 0{,}68$.

Admettons que les recettes augmentent de moitié, soit de 2 838 fr. et soient portées à 8 514 francs. L'insuffisance sera diminuée de $\frac{2}{3} \times 2\,838 = 1\,892$ francs, et c'est cette somme que le concessionnaire recevra en moins de l'Etat et du département. Il ne touchera donc en plus qu'un tiers de l'augmentation ou 946 francs; par suite, pour ne pas y perdre, son nouveau coefficient d'exploitation devra être au plus égal à

$$\frac{3\,892 + 946}{8\,514} = 0{,}57.$$

Le coefficient d'exploitation peut-il diminuer de 0,68 à 0,57 lorsque les recettes kilométriques montent de 5 676 à 8 514? Cela est possible, quoique douteux. Il est vrai que chaque année le concessionnaire contracte des dettes envers l'Etat et le département, et qu'il peut espérer les rembourser avant l'expiration de sa concession; mais ce remboursement ne commencera que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 janvier 1880, c'est-à-dire lorsqu'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 88\,800 + 2\,000 + \frac{R}{3}$$

d'où $R = 10\,992$.

(1) En réalité, l'annuité de l'emprunt s'élève à 103 000 francs, somme inférieure de 15 000 francs à l'annuité qui devait être payée à la Société des Chemins de fer économiques. Elle représente environ 4,35 °/₀ du capital de premier établissement.

Digitized by Google

Il n'est pas impossible que ce résultat arrive dans l'avenir en raison des recettes de la première année d'exploitation, mais cela est douteux.

En résumé, pour une recette de 5 676 francs en 1890 :

L'État a payé par kilomètre	Fr.	1.328
Et le département la même somme.		1.328
TOTAL	Fr.	2.656

L'Etat et le département ont intérêt à ce que les recettes augmentent ; le concessionnaire n'en aurait que fort peu, si les recettes ne devaient pas augmenter dans une forte proportion, mais en raison des résultats de la première année d'exploitation, il peut espérer arriver au remboursement de ses dettes avant l'expiration de sa concession.

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

VARIÉTÉS

L'ALTÉRATION DES PEINTURES ARTISTIQUES

C'est un fait malheureusement trop connu aujourd'hui, — car chacun l'observe en visitant les Musées de peinture, — que, d'une manière générale, ce sont les tableaux récents qui ont subi le plus d'altérations : il serait difficile de compter tous ceux dont les couleurs sont *passées* ou noircies, sans parler de ceux auxquels les *gerçures* donnent l'aspect de véritables mosaïques (1) ; au contraire, de nombreux tableaux datant de plusieurs siècles ont conservé un coloris d'une fraîcheur et d'une vivacité véritablement admirables. Il y a plus de cinquante ans déjà, les artistes avaient été frappés de ce fait, et cette préoccupation s'est traduite dans deux ouvrages, l'un de Paillot de Montabert (2), l'autre de Mérimée (3), dont un rapport fut présenté à l'Académie des Beaux-Arts. Mais depuis lors, jusqu'à ces derniers temps, personne en France n'avait rien publié à ce sujet. On continua cependant à s'en occuper à l'étranger, en Belgique notamment, où un chimiste, M. Blockx, résuma dans un intéressant recueil les résultats de longues années de recherches (4).

Cependant les artistes français n'avaient pas tous abandonné cette question, et l'un des plus connus d'entre eux, M. Vibert, qui s'y était voué depuis longtemps, a récemment réuni en un volume des conférences qu'il a faites à l'École des Beaux-Arts sur la Science de la Peinture (5). Dans cet ouvrage, d'une lecture à la fois attrayante et instructive, à côté de renseignements généraux sur les matières premières qu'ils emploient, les peintres trouveront de nombreux détails sur les meilleurs modes d'emploi de ces matières.

Pour traiter ce second point, il ne faut pas moins que la compétence d'un artiste éprouvé. Aussi dans l'étude que nous publions ici, nous bornerons-nous au côté scientifique de la question. Néanmoins, nous croyons utile de rappeler en quelques mots quels sont les procédés permettant de maintenir les couleurs sur les différents subjectiles : pierre, bois, papier et toile.

I. Divers procédés de peinture. — *Peinture murale : fresque.* — Ce genre de peinture consiste à faire pénétrer dans un enduit encore humide, dont on a recouvert le mur, des couleurs détrempées à l'eau. Pour faire une œuvre durable, il faut avant tout constituer un enduit résistant, et cela nécessite deux conditions : d'abord que l'enduit soit solide par lui-même, ce qu'on obtient assez facilement avec un enduit de chaux et de sable, et ensuite que l'enduit reste fixé au mur, ce qui exige plus de précautions.

Quant aux couleurs, peu seulement conviennent ; c'est là un premier exemple montrant la nécessité de connaître la composition des matières employées ; en effet, toutes celles qui sont susceptibles de réagir sur la chaux doivent être proscrites.

Peinture à la colle ou détrempe. — Les couleurs ayant été broyées simplement à l'eau sont détrempées au moment de leur emploi dans une quantité de colle de peaux suffisante pour en agglutiner les particules.

Aquarelle. — Dans l'aquarelle, la matière agglutinante est la gomme ; elle est incorporée pendant le broyage et en quantité suffisante pour englober toutes les particules colorantes.

Gouache. — Comme dans l'aquarelle, le corps agglutinant est la gomme ; mais, comme dans la détrempe, le mélange est fait par l'artiste au moment de l'employer.

Peinture à l'huile. — L'huile, ajoutée à la couleur pendant son broyage, lui sert de véhicule pour la transporter sur une toile préalablement encollée ; elle l'y maintient ensuite en se solidifiant, en vertu de ses propriétés siccatives.

Peinture au vernis. — Le vernis peut remplacer l'huile comme véhicule, mais d'ordinaire on l'ajoute aux couleurs à l'huile pour produire des effets spéciaux, tels que la transparence ; il rend en effet les couleurs éclatantes, fluides et propres aux *glacis*.

(1) Un des exemples les plus frappants est fourni au Louvre par un tableau de Ingres, le portrait de Chérubini : la tête de la Muse, qui couronne de lauriers le célèbre musicien, est complètement défigurée par les gerçures.

(2) PAILLOT DE MONTABERT. *Traité de Peinture*, en neuf volumes. — Paris, 1829-1851.

(3) MÉRIMÉE. *De la Peinture à l'huile.* — Paris, 1830.

(4) BLOCKX. *Compendium à l'usage des Artistes peintres.* — Gand, 1881.

(5) VIBERT. *La Science de la peinture.* — Paris, 1891.

Peinture à la cire et à l'encaustique. — Le premier de ces procédés est analogue au précédent ; mais le vernis, au lieu d'être constitué en dissolvant de la résine dans de l'essence de térébenthine est obtenu par la dissolution de la cire vierge.

La cire est employée d'une autre manière dans la peinture à l'encaustique : elle est fondue au feu après l'application des couleurs ; il se forme ainsi à la surface une couche qui protège les couleurs contre les actions extérieures et les maintient d'une manière très solide. La formule de ce procédé, qui a également certains avantages au point de vue de la coloration, a été perdue au moment de la Renaissance ; des recherches pour la retrouver ont été faites par de nombreux artistes ou chimistes, entre autres par Paillot de Montabert et par MM. Cros et Henry ; reprises plus récemment par un peintre estimé, M. G. Deneux, elles lui ont — paraît-il — donné d'excellents résultats.

Peinture à l'œuf. — C'est une des plus anciennes. Les couleurs étaient broyées à l'eau et détrempées au jaune d'œuf. Celui-ci contient, en effet, une matière onctueuse appelée huile de jaune d'œuf qui a la propriété de dissoudre les corps gras et résineux ; c'est ce qui a permis aux maîtres des XIVe et XVe siècles d'en faire avec les matières colorantes des pâtes d'un bel effet et d'une très grande solidité (1). Mais l'œuf peut aussi servir tout entier, car le blanc d'œuf donne aux peintures des qualités spéciales ; l'albumine rend, en effet, les couleurs plus vives.

Plusieurs de ces procédés peuvent être employés simultanément : nous avons déjà dit que le vernis peut servir concurremment à l'huile ; de même l'aquarelle est souvent utilisée pour faire l'ébauche d'une peinture.

Ce qui précède permet de se rendre compte combien dans l'exécution d'un tableau sont nombreux les corps mis en présence et combien leurs natures sont différentes : ces couleurs, ces huiles, ces gommes, ces essences employées sans précaution, réagissent les unes sur les autres et modifient profondément leurs propriétés. A ces altérations il faut encore joindre celles que produisent les agents extérieurs, qui, pour se faire sentir plus lentement, n'en sont peut-être que plus dangereux : nous voulons parler de l'air et de la lumière.

II. Actions chimiques de la lumière et de l'air. — Sous l'influence de la lumière peuvent se produire deux actions bien distinctes : action oxydante et action réductrice.

Les différentes radiations ont à cet égard une puissance différente ; nous rappellerons simplement ce fait, sans l'étudier en détail, puisque dans le problème qui nous occupe, nous aurons toujours à considérer de la lumière blanche.

L'action réductrice de la lumière est bien connue ; c'est le principe de la photographie : le chlorure d'argent (AgCl) blanc noircit en donnant un sous-chlorure (Ag^2Cl) qui peut, à son tour, être réduit à l'état métallique (2). Les chlorures d'or et de platine servent également en photographie. Un des exemples les plus nets de décomposition est fourni par l'iodure de plomb (PbI^2). Cette action photochimique ne se borne pas aux halogènes ; certains oxydes sont également réduits : ainsi les oxydes de mercure, de fer s'altèrent à lumière, et, dit Becquerel, « en général, les métaux qui ont plusieurs degrés d'oxydation sont impressionnables quand ils sont à l'état de peroxyde, car ils tendent à passer à un degré inférieur d'oxydation sous l'influence de l'agent lumineux (3). » Un des exemples les plus intéressants est fourni par le bleu de Prusse (ferrocyanure ferrique $[(FeCy^6)^3(Fe^2)^2]$). Chevreul a constaté qu'il se décolore sous l'influence de la lumière solaire, en abandonnant du cyanogène, et qu'il redevient bleu à l'air et dans l'obscurité.

Ces réactions sont facilitées par la présence de corps organiques réducteurs qui tendent à s'oxyder. C'est ainsi que l'on sait depuis longtemps que du chlorure ferrique dissous dans de l'alcool se décolore en se transformant en chlorure ferreux et laissant déposer de l'oxyde de fer (4) ; et c'est ainsi qu'en photographie on emploie comme *révélateurs* : l'acide pyrogallique, l'iconogène, l'hydroquinone, etc. Quel est le mécanisme de ces décompositions ? M. Berthelot pense qu'il est inutile, pour les expliquer, de supposer aux radiations lumineuses une énergie spéciale ; la lumière n'a, d'après lui, que le rôle d'un simple agent excitateur, déterminant des réactions qui n'ont pas besoin, pour se produire, de recevoir d'énergie étrangère, attendu qu'elles sont exothermiques (5).

Le rôle de la lumière, comme agent excitateur, se traduira par des phénomènes inverses des précédents, en présence de matières oxydantes. C'est ainsi qu'à la lumière, l'oxygène de l'air peut se combiner avec divers corps : tel est le protoxyde de plomb, obtenu anhydre en faisant bouillir de l'hydrate de plomb dans de la potasse ; il prend à l'air et à la lumière une teinte plus foncée par suite de sa transformation en minium (6).

C'est principalement sur les matières organiques que cette action oxydante de la lumière se fait sentir ; elle y produit souvent une décoloration. Est-il besoin de rappeler le parti que l'industrie en tire ? citons seulement le blanchiment des peaux, de la cire, de l'ivoire, des bougies qu'on expose dans les chambres d'étendage avant de les empaqueter, de l'huile qu'on laisse à l'air et au soleil en couches de quelques centimètres dans des vases à fonds plats.

(1) L'exemple le plus célèbre est la châsse de Sainte-Ursule par Memlinc qui est à Bruges.

(2) L'étude de la décomposition photochimique du chlorure d'argent est complexe ; on en trouvera le détail dans un récent travail de M. Guntz (*Bulletin de la Société Chimique de Paris*, août 1891).

(3) BECQUEREL, *La Lumière*.

(4) BERZELIUS, *Traité de Chimie*.

(5) BERTHELOT. *Sur les actions photochimiques.* — *Bulletin de la Société Chimique de Paris*, avril 1891.

(6) BECQUEREL, *Loc. cit.*

Digitized by Google

Mais l'action simultanée de l'air et de la lumière peut aussi — au lieu d'une décoloration — produire une coloration ; c'est ce qui a lieu en particulier pour l'huile qui, à la longue, éprouve un jaunissement ; il en est de même des essences et d'un grand nombre de corps naturels, et c'est là une transformation funeste aux peintures. Quelle en est la cause ? Cette étude a été faite par M. Bidet dans le cas particulier d'une série de composés aromatiques, tels que la nitrobenzine et le phénol ; ils ne se colorent que s'ils sont impurs, d'où l'on peut conclure que « l'intervention de certaines matières étrangères, même en proportions infinitésimales, est nécessaire et suffit à la production des phénomènes (1) ».

Quant à l'action sur les matières organiques colorées, nous l'étudierons dans le paragraphe suivant, relatif aux couleurs, et pour lequel nous avons consulté les célèbres mémoires de Chevreul (2), la chimie des couleurs de Lefort, et l'excellent traité de fabrication des couleurs de M. Guignet (3).

III. Couleurs. — Nous allons examiner successivement les couleurs organiques et les couleurs minérales ; nous n'insisterons que sur les dernières, les seules qui conviennent à la peinture artistique.

Au point de vue de la coloration, on peut classer les couleurs de plusieurs façons ; rappelons seulement quelques définitions. Newton a appelé couleurs *simples* les couleurs du spectre, couleurs *composées*, celles formées par leurs mélanges. On peut aussi n'admettre que trois couleurs *fondamentales* : rouge, jaune et bleu, dont le mélange constitue des couleurs composées, reproduisant toutes les autres. Mais comme on trouve dans le commerce des verts aussi bien que des jaunes et des bleus, et des orangés aussi bien que des rouges et des jaunes, nous croyons rationnel de passer successivement en revue toutes ces couleurs. Nous les classerons dans l'ordre du spectre : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Nous étudierons ensuite le blanc, qui *éclaircit* le *ton* d'une couleur ; le noir qui l'abaisse, donnant des couleurs *rabattues* ; enfin le brun qui est la plus importante des couleurs rabattues.

Couleurs végétales. — Les couleurs végétales *passent* vite, subissant l'oxydation dont nous avons parlé plus haut, sous l'influence de l'air et de la lumière. Ce fait est démontré par les travaux de Chevreul, qui a expérimenté plusieurs couleurs choisies les unes parmi les plus solides, les autres parmi les plus délicates.

Des échantillons teints avec de l'orseille, du carthame, du rocou, de l'indigo et de l'acide sulfo-indigotique, et exposés à l'air et à la lumière pendant deux ans, ont tous été altérés, tandis que des échantillons identiques et placés dans les mêmes conditions d'éclairage, mais enfermés dans des récipients privés d'air, se sont conservés. Il est donc permis de dire que « ces principes colorants ne sont altérables que parce qu'il y a le concours de l'oxygène (4) ».

En réalité, les expériences étaient plus développées que nous venons de le dire. Il y avait 7 flacons, pour étudier l'influence de l'hydrogène, de l'air humide, de la vapeur d'eau, etc. ; de plus, les échantillons étaient de trois sortes : laine, soie et coton : ils se sont comportés différemment ; enfin le curcuma a passé même dans le vide. La discussion de ces expériences et l'étude des altérations que peuvent subir les matières textiles sous l'influence de la lumière, se rattachant directement à la *teinture*, sortiraient de notre sujet.

Le fait qui nous importe ici c'est que toutes les couleurs végétales s'effacent ; elles devraient, par conséquent, être bannies de la palette des peintres ; cependant quelques-unes sont relativement solides ou sont employées à l'aquarelle. Nous allons donc rapidement les passer en revue dans l'ordre que nous avons indiqué précédemment.

Bleu. — L'*indigo* est une couleur assez solide. Bien broyé, il sert à l'aquarelle ; il ne peut servir dans la peinture à l'huile, car en présence de l'huile il verdit ou noircit.

Verts. — Le *vert de vessie* qui se tire des baies de nerprun n'a aucune solidité. Le *vert de Chine* est plus solide ; c'est une sorte de laque calcaire teinte par une décoction d'écorces de différents nerpruns.

Jaunes. — On emploie volontiers dans la peinture à l'huile le *jaune indien*, qui donne de la transparence et des tons chauds, et est solide quand il est de bonne qualité ; mais celle-ci n'est pas très régulière, et cela s'explique d'après la provenance de cette couleur et ce qu'on suppose de son mode de fabrication : fermentation de certaines plantes en présence d'urine putréfiée. Quant à sa composition théorique, elle est bien établie : c'est de l'euxanthote de magnésie.

La *laque de gaude*, dérivée de la plante de ce nom, est aussi relativement solide.

Le *stil de grain*, laque teinte par les matières colorantes de plusieurs plantes, n'a aucune résistance.

La *gomme gutte* est une gomme résine venant du Cambodge, que sa propriété de s'émulsionner dans l'eau fait employer à l'aquarelle.

Rouges. — Les couleurs rouges sont nombreuses. Nous ne parlerons ni des bois ni du carthame qui ne conviennent qu'à la teinture.

Au contraire il en est une fort remarquable, donnant des nuances très variées et d'une grande résistance ; c'est la seule couleur végétale solide : la *garance*. A cause de son importance, nous rappellerons quelques détails sur sa composition. La garance, tirée de la plante de ce nom, est un produit complexe qui contient : de l'alizarine ($C^{14}H^8O^4$) d'un rouge tendant plus ou moins sur le jaune ; de la purpurine ou oxyalizarine ($C^{14}H^8O^5$) plus franchement rouge ; une matière orangée, l'hydrate de purpurine ($C^{14}H^{10}O^6$) ; une matière rouge ou pseudo-purpurine ($C^{14}H^8O^6$) ; une matière jaune ou xantopurpurine, qu semble isomère de l'alizarine.

Ces matières, qu'on savait isoler avant d'en avoir fait la synthèse, produisent, avec les oxydes métalliques des laques très variées. C'est ainsi que l'alizarine donne avec l'aluminium des rouges ; avec le fer, des violets et des noirs ; avec le chrome, des grenats ; avec l'étain, des oranges ; avec le nickel, des violets clairs. Aussi trouve-t-on dans le commerce une série de laques très précieuses par leur solidité et la variété de leurs nuances : *laque rose, rose doré, rose foncé, rose intense, grenat, pourpre, jaune capucine, rouge brun, brun rouge, garance brune, garance bleue, bitume*, etc.

Couleurs animales. — La seule couleur d'origine animale qu'on emploie, — et d'ailleurs à tort, — dans la peinture, provient de la cochenille, insecte vivant sur les cactus (coccus cacti) ; elle donne la *laque carminée* et le *carmin*, couleurs très instables, qu'il faut remplacer par les rouges qui dérivent de la garance.

La *sépia*, liquide contenu dans une poche de la seiche, est employée dans le genre d'aquarelle dite sépia.

Couleurs artificielles. — Les couleurs artificielles sont en nombre considérable. Leur étude sortirait de notre sujet, attendu que, bien que quelques-unes passent pour assez solides en teinture, pour la peinture d'art on doit les proscrire toutes, sauf l'alizarine (1) dont nous avons indiqué plus haut les qualités. Ce sont, en effet, des composés facilement altérables et qui peuvent *passer* aussi bien par oxydation que par réduction. On sait d'ailleurs que, d'une manière générale, la réduction en produit la décoloration en donnant des *leucodérivés* (2).

Couleurs minérales. — Violets. — Le *violet de cobalt* est un phosphate de cobalt précipité et calciné. Un autre phosphate, celui de manganèse, constitue le *violet minéral*. Ces deux couleurs sont solides ; il en est de même d'un autre violet : le *violet de Mars*.

D'une manière générale, toutes les couleurs dites *de Mars* sont d'une grande fixité : ce sont en effet des dérivés du fer. Les *ocres* également sont colorées par le fer ; elles sont solides, mais certaines montent de ton. Les couleurs de mars n'ont pas ce défaut, et cela s'explique d'après leur fabrication : au lieu d'être des produits naturels comme les ocres, ce sont des oxydes de fer précipités et calcinés. Des différences dans la calcination produisent les couleurs les plus variées : violets, jaunes, rouges, bruns ; le violet résulte de la calcination de l'oxyde de fer à très haute température.

Bleus. — Les bleus sont nombreux ; plusieurs contiennent du cobalt. Le premier *bleu de cobalt* a été obtenu par Thénard, en calcinant un mélange de phosphate tribasique et d'alumine ; on l'a appelé aussi *bleu saphir*. Aujourd'hui le nom de *bleu de cobalt* est réservé à des mélanges d'alumine et d'aluminate de cobalt en proportions variables, de sorte que les teintes obtenues sont également variables. Le silicate double de cobalt et de potassium constitue le *bleu d'azur* ou *safre* ou *smalt*. Le stannate de cobalt colorant l'acide stannique fournit le *bleu de cœruleum*.

Le cuivre donne aussi plusieurs couleurs bleues ; mais tandis que toutes les couleurs dérivées du cobalt sont bonnes, celles dérivées du cuivre sont mauvaises, sauf le *bleu de Pompéi*. Celui-ci est une sorte de verre dont des échantillons retrouvés à Pompéi ont été analysés par Chaptal ; c'est un mélange de silicates de cuivre, de potassium et de calcium. Les bleus de cuivre qu'il faut éviter sont : le *bleu Péligot* ou *bleu de Brême* (oxyde de cuivre précipité par la soude) ; le *bleu de montagne*, carbonate de cuivre hydraté qu'on trouve dans la nature et que les minéralogistes nomment azurite ; le carbonate de cuivre qui, mélangé de sels de calcium, fournit les *cendres bleues*. Le principal défaut des sels de cuivre est de subir, au contact des huiles et des vernis, une réduction qui les brunit ou les noircit.

Une autre série de bleus à éviter est celle des cyanures de fer. Nous avons indiqué l'action de la lumière sur le *bleu de Prusse* ; il se produit des actions analogues sur le *bleu de Turnbull*, le *bleu d'Anvers* ou *bleu minéral*.

Le nombre des bleus de bonne qualité est assez élevé pour que les artistes puissent refuser tous ceux qui ne sont pas complètement résistants ; et cela d'autant plus facilement qu'outre les produits solides que nous venons d'indiquer, il en existe un autre très solide et présentant plusieurs nuances allant jusqu'au vert : le *bleu d'outre-mer*, dont les éléments sont la silice, l'alumine, la soude et le soufre, mais dont la constitution chimique est, malgré de nombreux travaux, encore inconnue.

Verts. — Un grand nombre de verts contiennent du cuivre ; ils ont les mêmes inconvénients que les bleus dérivés de ce métal.

La *malachite* ou *vert de montagne* est un hydrocarbonate de cuivre naturel.

Les autres sont des produits de fabrication : tel le *vert-de-gris* ou *verdet*, mélange de plusieurs acétates basiques, qui n'a d'ailleurs plus

(1) Bidet, *Bulletin de la Société chimique*, Janvier 1894.

(2) Chevreul, *Recherches chimiques sur la teinture, Mémoires de l'Académie des Sciences*, tome XVI.

(3) Guignet, *Fabrication des couleurs*, tome X de *l'Encyclopédie chimique*, de M. Frémy.

(4) Chevreul. *Loc. cit.*

(1) Il est peut être intéressant, à cause de l'importance de l'alizarine, de rappeler rapidement sa synthèse. L'anthracène $C^6H^4<\overset{CH}{CH}>C^6H^4$, fournit comme produit d'oxydation l'anthraquinone $C^6H^4<\overset{CO}{CO}>C^6H^4$ qui, à son tour, par une oxydation convenable, donne la dioxyantraquinone $C^6H^4<\overset{CO}{CO}>C^6H^2<\overset{OH}{OH}$ qui n'est autre que l'alizarine.

(2) Comme nous le disons, cette loi est générale. Nous pourrions donc citer un nombre considérable d'exemples ; nous nous bornerons à celui que fournit la rosaniline $C<\overset{C^6H^4AzH^2}{C^6H^4AzH^2}{}_{OH}^{C^6H^4AzH^2}$ qui, par réduction, donne la leucaniline $C<\overset{C^6H^4AzH^2}{C^6H^4AzH^2}{}_{H}^{C^6H^4AzH^2}$.

Digitized by Google

d'emploi dans la peinture artistique (1). Nous avons vu précédemment que l'oxyde de cuivre donnait le *bleu de Brême*; préparé d'une manière spéciale, au moyen de l'oxychlorure de cuivre, il donne le *vert de Brême*.

L'oxychlorure de cuivre constitue par lui-même une couleur : le *vert de Brunswick*.

D'autres composés du cuivre sont plus complexes : ils contiennent de l'arsenic. L'arsénite de cuivre produit le *vert de Scheele*; celui-ci, mélangé à de l'oxyde de cuivre hydraté, donne le *vert minéral*. L'arsénite mélangé à de l'acétate produit le *vert de Schweinfurth*. Du mélange des verts de Scheele ou de Schweinfurth avec des sulfates de baryum ou de calcium résulte le *vert Anglais*, dont les nuances sont très variées. L'arséniate constitue le *vert Mitis* ou *vert de Vienne*.

Enfin, comme autre composé du cuivre et de l'arsenic, citons le *vert Véronèse*, beau vert clair qu'on ne peut employer qu'en évitant de le laisser réagir sur d'autres sels métalliques, ce qu'on obtient en le couvrant avec soin de vernis.

Une autre couleur verte, peu stable surtout en présence des corps organiques réducteurs, est le *vert de Cassel* (sulfate et manganate de baryte).

Les couleurs vertes de bonne qualité sont peu nombreuses; elles dérivent du chrome, du cobalt et du fer.

Le *vert de cobalt* est le vert bien connu des chimistes comme réactif du zinc, le vert de Rinnmann, mélange d'oxyde de zinc calciné avec de l'oxyde de cobalt.

Il y a plusieurs composés du chrome pouvant servir de matières colorantes, mais celui dont l'emploi est véritablement répandu est le *vert émeraude* ou *vert Guignet*; il a, en effet, un grand nombre de qualités. C'est un *vert lumière*; il est résistant et peut se mélanger sans danger avec toutes les couleurs, donnant en particulier, avec le jaune indien, des verts jaunes d'une grande richesse. C'est un hydrate d'oxyde de chrome (Cr^2O^3,$2Ho^2O$) (2).

Le fer à l'état d'oxyde ferreux colore l'argile en vert, donnant la *terre de Vérone*.

Jaunes. — Ce sont des sels de chrome, de plomb et de cadmium.

Les dérivés du chrome sont les plus nombreux. Ce métal s'y trouve sous forme d'acide : *chromate de zinc* ou *jaune-citron*; *chromates de baryum, de calcium, de strontium*. On a proposé aussi un *chromate ferrique*, peu employé bien que d'un jaune très vif.

C'est combiné au plomb que le chrome constitue un produit véritablement industriel.

Le *chromate neutre de plomb* ou *plomb rouge* (CrO^4Pb) se trouve dans la nature, mais on l'obtient aussi dans l'industrie; c'est une poudre d'une belle couleur jaune. Mélangé à du sulfate de plomb et du sulfate de calcium, il constitue le *jaune de Cologne*.

Ces jaunes de chrome résistent à la lumière, et cependant quelques artistes les proscrivent, leur reprochant, dans les mélanges, d'éprouver une décomposition ou une réduction, car on sait que l'acide chromique des chromates peut être amené par les corps réducteurs à l'état de sesquioxyde.

Le plomb, que nous venons de voir associé au chrome, peut, avec d'autres corps, donner d'autres matières jaunes. Tel est l'*iodure de plomb*, dont nous avons déjà indiqué le peu de résistance. L'*oxychlorure de plomb* ($PbCl^2$,$7PbO$) porte dans le commerce un grand nombre de noms : *jaune de Turner*, de *Cassel*, de *Vérone*, et plus fréquemment celui de *jaune minéral*. Un mélange d'oxychlorure et d'antimoniate de plomb constitue le *jaune d'antimoine* ou de *Mérimée*, son inventeur

L'antimoniate de plomb peut d'ailleurs être employé seul; c'est une couleur plus solide que les précédentes, appelée *jaune de Naples*.

La meilleure couleur jaune est le *jaune de cadmium*, qui est le sulfure de ce métal. Les nuances en sont variées; elles vont du jaune brillant au jaune orangé, suivant la concentration des liqueurs où se fait la précipitation.

Bien préparé, le sulfure de cadmium peut sans danger être mélangé au plomb. Il n'en est pas de même du sulfure d'arsenic ou *orpiment*; aussi ce dernier n'est-il pas employé en peinture.

Ocres jaunes. — Ce sont des argiles colorées par de l'hydrate ferrique, par conséquent bonnes à employer. Il existe également un *jaune de Mars*.

Orangés. — Plusieurs des composés qui donnent des jaunes peuvent, suivant le mode de préparation, donner aussi des orangés : tels sont les *chromates basiques de plomb* et le *sulfure de cadmium*, obtenu par l'action prolongée de l'acide sulfhydrique.

Quant au fer, il donne l'*orangé de Mars* et le *rouge de Mars*, obtenu en chauffant modérément le sulfate ferreux.

Rouges. — Les couleurs rouges minérales dérivent du fer et de deux autres métaux : le plomb et le mercure. On sait que le plomb donne une série d'oxydes : le protoxyde PbO constitue le massicot et, s'il a été fondu, la litharge; le massicot calciné donne le *minium* (Pb^3O^4) exclu de la peinture artistique; si on fait subir à la céruse une calcination analogue à celle qui transforme le massicot en minium, on obtient un composé jaune orangé, la *mine orange* ou *rouge de Saturne*. Le sous-chromate de plomb ($PbCrO^4PbO$) est également coloré en rouge, mais il est également exclus.

Au contraire, on fait grand usage d'un composé du mercure : le sulfure, qui s'appelle *cinabre* quand il est naturel et *vermillon* quand il est fabriqué. Le vermillon résiste assez bien à la lumière, moins bien cependant que le cinabre. Le commerce distingue plusieurs vermillons : *vermillon français, vermillon anglais, vermillon de Chine*, ce dernier est le plus estimé. Le sulfure d'antimoine donne également un vermillon, mais de mauvaise qualité.

Du fer dérivent, comme nous l'avons vu, une série de couleurs. Nous avons déjà parlé du *rouge de Mars*. Le *rouge indien* est une espèce d'ocre rouge. Les autres ocres rouges naturelles donnent encore le *rouge de Venise*, le *rouge d'Anvers*, la *terra rosa*. Les ocres rouges peuvent aussi résulter de la calcination d'ocre jaune.

Le peroxyde de fer, résidu de la décomposition du sulfate ferreux, a également une série de noms : *colcothar, rouge de Prusse, rouge d'Angleterre*. Le peroxyde hydraté déposé par les eaux de lavage des minerais de fer est l'*ocre de ru*.

Blancs. — Le carbonate de chaux ou *blanc de Meudon, blanc d'Espagne*, n'est pas employé, car il a le défaut de ne pas sécher complètement quand il est mélangé à l'huile.

Le *blanc de plomb* ou *blanc d'argent* ou *céruse*, est de l'hydro-carbonate de plomb. Il a un avantage : il couvre bien; de plus, il durcit les huiles. Quant à son inconvénient, il est bien connu : il noircit en présence du soufre. C'est ce qui a fait préconiser le *blanc de zinc* ou oxyde de zinc, dont le sulfure est blanc. Beaucoup d'artistes reprochent à ce dernier de ne pas couvrir autant que la céruse et de produire, mélangé à l'huile, des craquelures; d'autres assurent qu'il n'a aucun de ces défauts, à condition de le prendre convenablement sublimé, à l'état de *blanc de neige*, et que c'est « le seul dont on devrait se servir » (1).

Noirs. — Les noirs sont tous composés de charbon. Suivant les corps par la calcination desquels ils sont produits, ils s'appellent : *noir de bougie, noir d'ivoire, noir d'os, noir de pêche, noir de vigne*.

Bruns. — Beaucoup de bruns sont des composés du fer. Les *terres de Sienne* et *d'Italie naturelles* sont des ocres brunes; *brûlées* elles deviennent d'un brun doré.

La *terre d'ombre*, qu'on emploie également *naturelle* et *brûlée*, est une argile qui contient à la fois de l'oxyde de fer et de l'oxyde de manganèse. Plusieurs peintres la proscrivent.

L'ocre jaune fortement calcinée produit le *brun Van Dyck*. Une autre couleur dérivant du fer, et des plus employées, est le *brun de Mars*. L'oxyde de fer fixé sur l'alumine et mélangé de charbon constitue une couleur de fabrication récente : le *brun Vibert*.

Les *terres de Cologne* et de *Cassel* sont des lignites mélangés de matières terreuses; on comprend qu'il faille les rejeter.

A rejeter également la suie ou *bistre* qui contient, entre autres impuretés, des huiles empyreumatiques.

Il y a une autre couleur brune plus funeste : c'est le *bitume*, qui a causé tant de ravages, en particulier aux peintures du commencement du siècle. Le bitume, en effet, noircit à la lumière et si complètement que c'est lui qui fut la première substance employée pour la photographie; et non seulement il s'altère lui-même, mais on peut dire qu'il porte préjudice à toute la toile qui en contient, car il ne sèche pas et cause ainsi des dégâts dont nous reparlerons plus loin.

(A suivre.)

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Les altérations du vert-de-gris ont été particulièrement funestes aux tableaux de Léonard de Vinci.

(2) Cet *hydrate* présente une particularité, il est obtenu au rouge sombre.

CONSTRUCTIONS NAVALES

L'ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME

Session de 1891.

(Suite et fin (2).)

VII. — *Note au sujet de la stabilité sur houle des torpilleurs*, par M. Ferrand, Ingénieur de la Marine.

Tout le monde a encore présentes à l'esprit les circonstances malheureuses qui ont accompagé la commande, la construction et la recette des torpilleurs de 35 mètres. A la suite des accidents qui leur survinrent et qui émurent tant l'opinion publique, on se décida à les transformer, et divers projets furent présentés au Conseil des Travaux. M. Ferrand, l'auteur de l'un de ces projets, fut amené, en comparant les façons dont se comportaient à la mer les différents types de torpilleurs, à penser que le principal défaut des 35 mètres était l'exagération et surtout la mauvaise disposition de leurs œuvres-mortes. Ses recherches à ce sujet font l'objet du présent Mémoire.

On a l'habitude, dans les projets de navires, de ne considérer que la stabilité en eau calme. Cette étude est tout à fait insuffisante pour les torpilleurs, et en général pour les petits bâtiments, dont la houle modifie considérablement les surfaces de flottaison, et par suite la stabilité. M. Ferrand a donc commencé, avec juste raison, par calculer la stabilité sur houle des torpilleurs.

Il les a placés successivement sur des houles de 60 mètres de longueur sur 3 mètres de creux, et de 30 mètres de longueur sur 3 mètres ou sur 1^m50 de creux, dans huit positions différentes. Pour chacun de ces cas ont été calculés : la stabilité initiale théorique ou valeur de P (ρ-a), l'angle de chavirement et la réserve totale de stabilité. Les recherches ont porté sur quatre types : le torpilleur de 35 mètres proprement dit, un projet de transformation de M. Lagane, un second projet de transformation, et le type Balny. A ne considérer que la stabilité initiale, ces divers types sont sensiblement comparables. Mais ce n'est pas là le seul élément dont on doive tenir compte. Il importe surtout que le couple de redressement ne s'an-

(1) Rudhart. *L'Art de la peinture*. Paris 1891.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 7, p. 106; n° 9, p. 142; n° 14, p. 223.

Digitized by Google

GRUE HYDRAULIQUE A QUADRUPLE ACTION POUR FOUR A RÉCHAUFFER

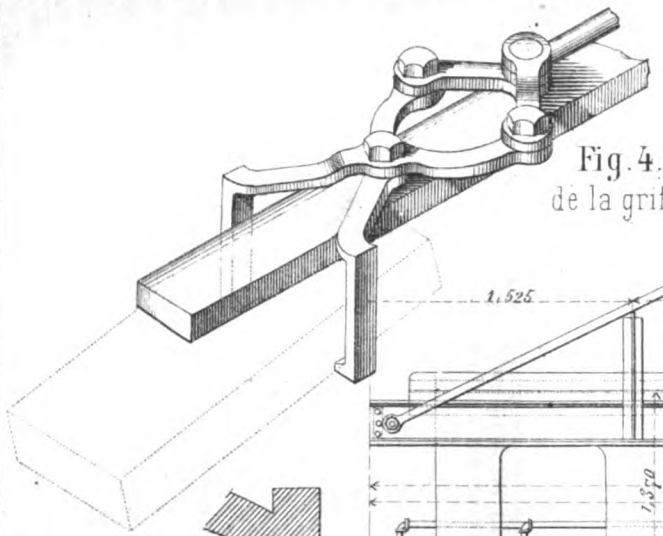


Fig. 4. Vue perspective de la griffe de chargement

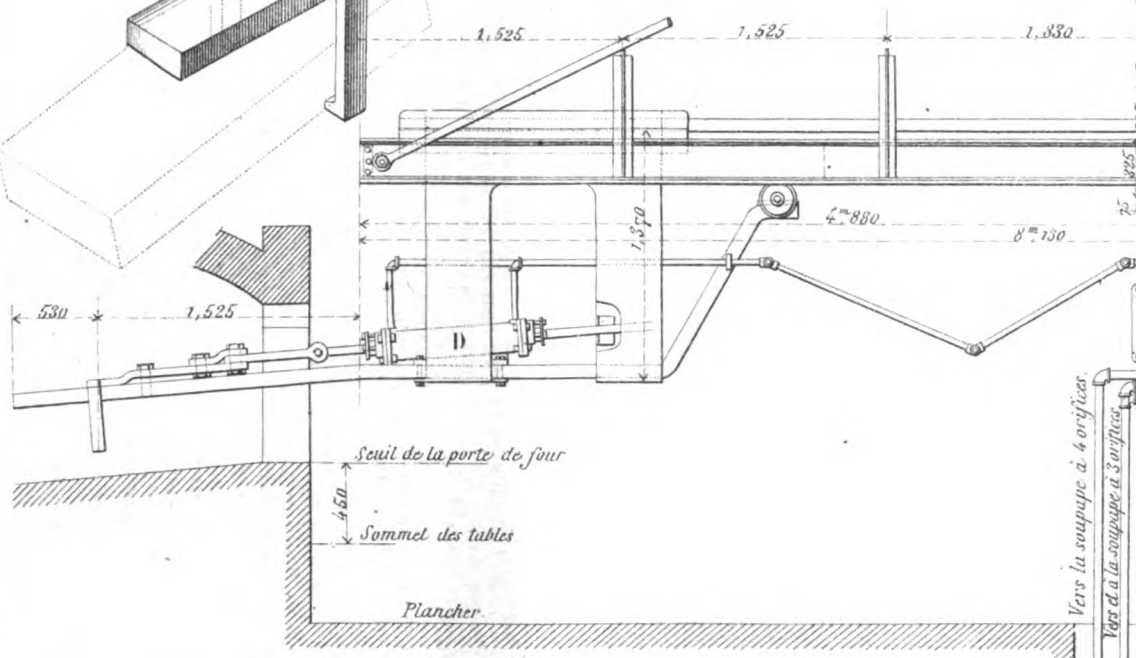


Fig. 1. Elévation

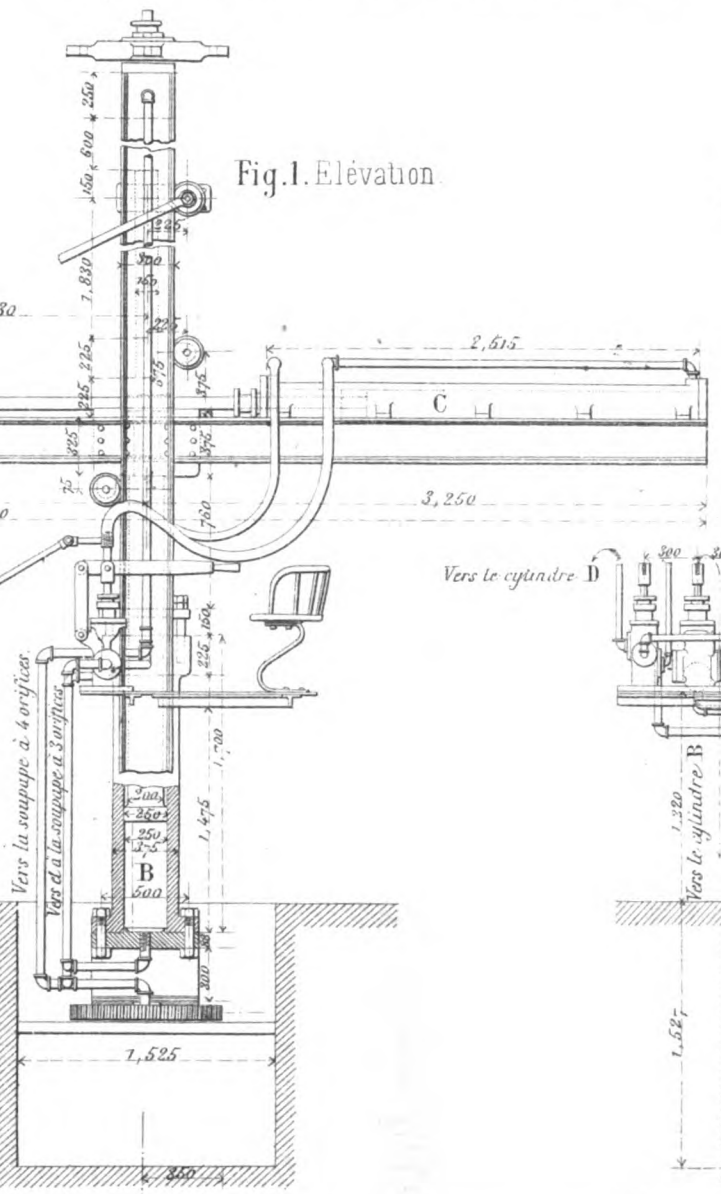


Fig. 2. et Coupe Vue de bout verticale

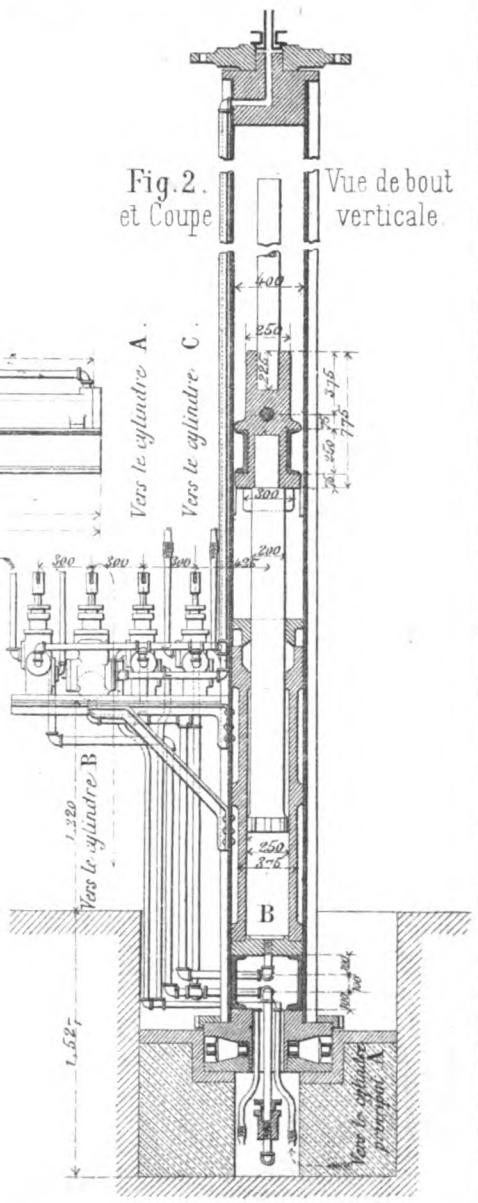
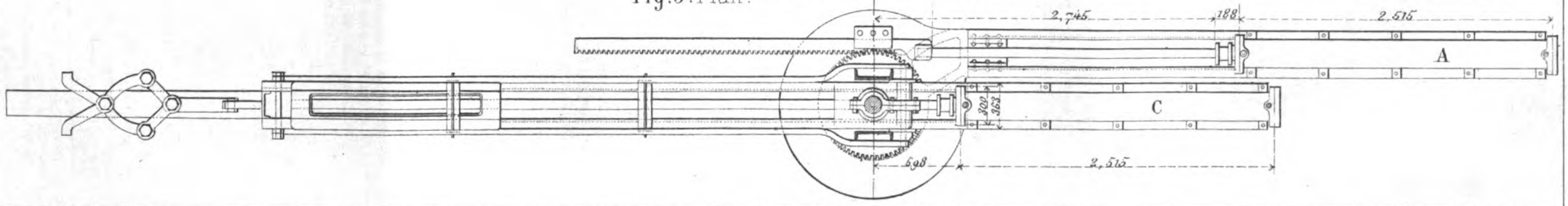


Fig. 3. Plan.



(1878) Imp. de Motte. Cast et Gentil, Faub.St Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

nule pas trop vite. Or, cette notion élémentaire, fort bien observée dans les torpilleurs de M. Normand, a été à ce point perdue de vue par les auteurs des 35 mètres, que l'on trouve pour ces derniers certaine position sur la houle, où l'angle de chavirement ne dépasse pas 9°. Les projets de transformation ont remédié à cet état de choses, ainsi que l'on en peut juger par le tableau fort instructif où sont récapitulés les résultats de tous les calculs.

M. Ferrand explique ce défaut capital des 35 mètres par la mauvaise répartition du volume des œuvres mortes. Il montre, en effet, en traçant la courbe des aires des œuvres mortes, que celles-ci sont beaucoup plus grosses à l'arrière et plus fines à l'avant que sur les Balny (fig. 1). Lorsque la mer vient de l'arrière, elle soulève donc

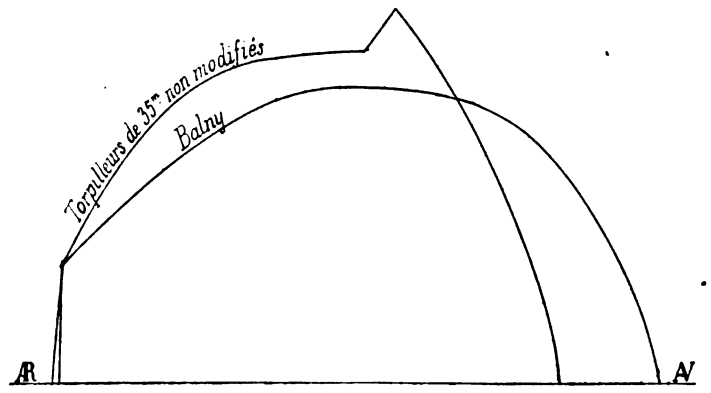


FIG. 1.

l'arrière et enfonce l'avant dans l'eau. Dans ce mouvement de tangage, la stabilité est réduite dans des proportions considérables. En outre, la vitesse est amoindrie, et si le bateau se trouve à cet instant couché par une lame, il peut rester engagé et chavirer.

M. Ferrand a trouvé aussi dans la diminution rapide du bras de levier, qui est surtout sensible dans le creux de la houle, l'explication de ce fait que les rappels des torpilleurs sont beaucoup plus francs vent debout que vent arrière.

Une répartition moins irrégulière du volume des œuvres mortes remédierait à ces inconvénients. Dans le projet de M. Lagane, c'est le redressement des formes qui, sans modifier sensiblement la stabilité initiale, augmente la valeur de l'angle de chavirement. Dans un autre projet, on parvient au même résultat en rasant l'avant et en installant un water-ballast sous la chaudière.

Des expériences faites sur de petits modèles ont d'ailleurs mis en évidence les grandes variations de stabilité qui se produisent dans un mouvement de tangage. Elles sont telles, qu'on ne devrait pas se contenter de calculer des pantocarènes avec la différence de tirant d'eau prévue, mais qu'il est nécessaire de faire le même calcul pour différentes assiettes, ou, ce qui est préférable, d'opérer sur un modèle.

La mauvaise répartition des œuvres mortes n'est pas la seule cause de l'infériorité des 35 mètres sur les autres torpilleurs. La forme trop arrondie de leur maître-couple est également défectueuse. Ils n'ont pour ainsi dire pas de plan de symétrie, ce qui explique la facilité avec laquelle ils embardent, et leur propriété bizarre de naviguer sur le flanc pendant un temps très appréciable, sans être engagés. C'est à la forme de leurs œuvres vives qu'il faut également attribuer leur roulis excessif. M. Normand, après la création de son torpilleur type 60, avait cherché à adoucir les mouvements de rappel, en donnant de la rentrée aux formes, sur le type 65 et sur le type Balny. C'est en exagérant cette idée d'une façon inconsidérée qu'on a abouti aux 35 mètres. Depuis, une réaction excessive s'est produite : en adoptant les formes droites, on a rendu le roulis trop dur, comme sur les torpilleurs Schichau, dont les formes sont évasées. M. Ferrand propose, en vue de concilier la sécurité et la douceur, de donner aux œuvres-mortes d'abord une rentrée accentuée, puis du devers à partir d'environ 30 centimètres au-dessus de la flottaison. D'une façon générale, on peut se donner *a priori* la courbe de stabilité et en déduire la forme des œuvres-mortes. Quant à leur répartition longitudinale, il y aurait avantage à ce qu'elle fût symétrique par rapport au maître-couple, non seulement pour la courbe des aires, mais pour les formes elles-mêmes.

Le mémoire de M. Ferrand est suivi d'un appendice renfermant l'exposé de la méthode qu'il a employée dans ses calculs de stabilité sur houle (1).

VIII. — *Equations d'équilibre d'une membrane de révolution soumise à une pression intérieure*, par M. ALHEILIG, Ingénieur de la Marine, professeur à l'Ecole du Génie Maritime.

Cette étude, malgré l'intérêt qu'elle offre au point de vue théorique, est d'un caractère trop exclusivement mathématique pour que nous puissions en donner ici autre chose qu'un aperçu très sommaire. Après avoir posé les équations d'équilibre, qui déterminent sous la forme la plus générale les valeurs de la tension suivant le méridien et suivant le parallèle, soit que la surface rencontre, ou non, l'axe de révolution, M. Alheilig entre dans une discussion analytique de ces équations, et arrive à énoncer un certain nombre de propriétés auxquelles doit satisfaire la membrane, supposée parvenue à l'état d'équilibre après déformation.

Nous nous bornerons à citer quelques-uns de ces résultats.

Si la section méridienne présente un point d'inflexion, la tension suivant le parallèle est double de la tension méridienne en ce point.

L'équilibre ne peut pas exister si la section méridienne offre une partie convexe, avec tangente perpendiculaire à l'axe de révolution.

Il existe une relation entre le rayon de courbure en un point de la section méridienne, son inclinaison sur l'axe et le rayon du parallèle en ce point; cette relation indique que, pour certaines formes et dans certaines régions, l'effort suivant le parallèle est une compression : par exemple, dans le voisinage de l'équateur d'un ellipsoïde très aplati. Il en résulterait sur des membranes minces un effet de plissement qu'on pourra prévoir et éviter.

La recherche des conditions de compatibilité des équations générales conduit aux conclusions suivantes :

Lorsque l'équilibre est établi, après déformation : 1° les parallèles inférieur et supérieur ont nécessairement même rayon; 2° le long de la circonférence de contact du plan tangent perpendiculaire à l'axe, les rayons de courbure des développées de la section méridienne doivent être moindres que le carré du rayon de courbure de la méridienne elle-même divisé par le rayon du parallèle; 3° enfin ce rayon du parallèle est lié par une relation du second degré aux rayons de courbure principaux en un point de l'équateur intérieur.

M. Alheilig termine cette étude par une application de ses équations d'équilibre à la détermination des efforts dans un tuyau coudé. Il retrouve ainsi, comme cas particulier de sa théorie générale, ce fait connu que le maximum de la tension suivant le parallèle a lieu pour les points du tore, auquel on peut assimiler le tuyau coudé, situés sur l'équateur intérieur.

La charge en ces points croît d'ailleurs rapidement, lorsque le rayon du tore diminue. Il faut en conclure qu'il peut être dangereux de faire faire un coude trop brusque à un tuyau destiné à supporter une forte pression.

Léon VIVET,
Ingénieur.

(1) Voir le *Bulletin de l'Association technique maritime*, où tous les mémoires sont publiés *in extenso*.

MÉCANIQUE

GRUE HYDRAULIQUE A QUADRUPLE ACTION
pour fours à réchauffer.

(Planche XVI.)

La grue représentée par la planche XVI est destinée à combler une lacune dans l'outillage des fabriques de céramiques et autres établissement où l'on est obligé de réchauffer souvent certaines pièces. Elle est construite, d'après l'*Engineering News* du 7 février 1891, par M. Clarke, de Pittsburg (Etats-Unis).

La colonne de la grue est formée de deux fers en U, très solides, de 350 millimètres de largeur, boulonnés dans leur partie inférieure sur le cylindre de soulèvement B, et reliés en haut au moyen d'une traverse rigide logée dans une crapaudine exactement centrée.

Pour soutenir tout le poids de la grue, on a disposé au-dessous du cylindre de soulèvement B un chemin de roulement constitué de plusieurs galets coniques en acier fondu au creuset et qui se meuvent sur une plaque rabotée suivant des surfaces coniques, et maintenue au moyen de frettes intérieures et extérieures. Cette plaque est placée sur une plaque de fondation reposant sur la maçonnerie (fig. 2) de briques.

La volée de la grue est fixée sur une pièce en fonte portée par le sommet du piston de soulèvement. Cette volée est constituée de deux fers en U de 250 millimètres de largeur et elle est raidie au moyen de deux bielles formant haubans, munis de galets pour diminuer le frottement et pouvant se déplacer le long de la colonne de la grue.

Le chariot, qui se trouve à l'extrémité de la grue par laquelle on charge les objets à soulever, est porté également par des galets diminuant le frottement; son mouvement est opéré au moyen du cylindre C. Le porte-charge est en fer forgé et à son bout d'arrière recourbé, on a placé des galets qui se déplacent le long de la volée. Sur le porte-charge qui est suspendu au chariot on a fixé le cylindre D destiné à manœuvrer la griffe (fig. 1). Ce cylindre est relié avec une soupape à quatre orifices au moyen d'un joint coudé.

La griffe (fig. 4) est en acier fondu au creuset et peut être ouverte ou fermée lorsqu'on agit sur le cylindre D. Cette griffe présente la véritable nouveauté de cet appareil de levage. On amène la griffe au-dessus de la pièce à soulever et on la ferme après l'avoir un peu baissée. En soulevant la colonne de la grue, la pièce à réchauffer prend une position inclinée comme dans la figure 4, et on l'introduit dans le four sans qu'on ait besoin d'opérer aucun déplacement. Pour retirer la charge du four, on exécute la même manœuvre, et un mouvement de rotation de grue, opéré par le cylindre A, amène la pièce sortie du four dans la position voulue sur la table où s'effectue le travail ultérieur de la pièce réchauffée.

Les trois soupapes à quatre orifices et la soupape à trois orifices sont du type Catchlow, et elles sont toutes manœuvrées par un homme dont le siège est boulonné sur la colonne de la grue (fig. 1).

Tous les organes en mouvement sont reliés au cylindre principal A au moyen d'une tuyauterie étanche.

T. C. H.

Digitized by Google

LA POMPE DEMI-ROTATIVE JAPY

Parmi les nombreux appareils spéciaux construits par la maison Japy frères, de Beaucourt, qui possède de vastes ateliers pour la construction des pompes, il convient de signaler une pompe appelée *demi-rotative*, qui a pris une extension considérable depuis quelques années. Voici la description de cet ingénieux appareil (fig. 1 et 2).

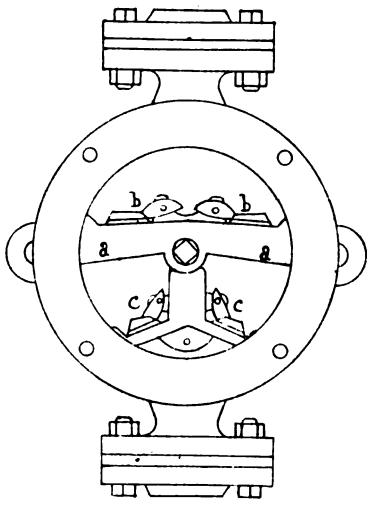


Fig. 1.

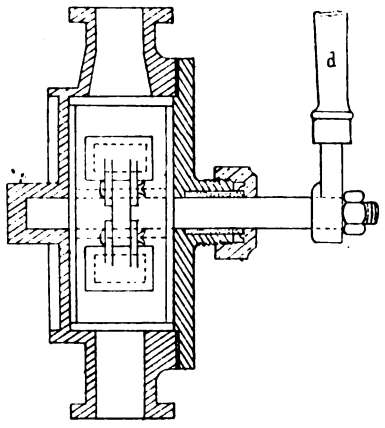


Fig. 2.

Cette pompe est caractérisée surtout par la grande simplicité de son mécanisme intérieur, lequel est composé d'un piston à double palette *a*, *a*, portant les deux clapets de refoulement *b*, *b*. Au-dessous se trouvent les deux clapets d'aspiration *c*, *c*, placés sur un siège fixe muni d'une cloison qui les sépare l'un de l'autre, de telle sorte que pendant que l'une des deux palettes s'élève, le liquide aspiré passe par le clapet d'aspiration correspondant, tandis que le liquide qui se trouve au-dessus du second clapet d'aspiration étant refoulé passe à travers l'autre palette.

Le piston reçoit directement son mouvement d'oscillation par le levier *d* fixé à son extrémité.

Cette pompe est d'une extrême douceur à la manœuvre par suite de l'ajustage parfait de tous ses organes intérieurs qui sont complètement en bronze, ce qui évite ainsi tout danger de rouille.

Afin d'augmenter encore le rendement de ces pompes, MM. Japy frères viennent de faire breveter une modification économique et ingénieuse, qui double le rendement de la pompe sans en augmenter ni le prix de revient ni le volume, tout en lui assurant une durée encore plus longue.

Ce perfectionnement est indiqué par les figures 3 et 4, qui représentent la nouvelle disposition du levier différentiel breveté, permettant de faire parcourir au piston un angle double de celui décrit par le levier même, ce qui montre aussi combien cet angle serait impraticable s'il devait être décrit par le levier à action directe, c'est-à-dire lorsque ce levier est fixé directement sur l'axe du piston.

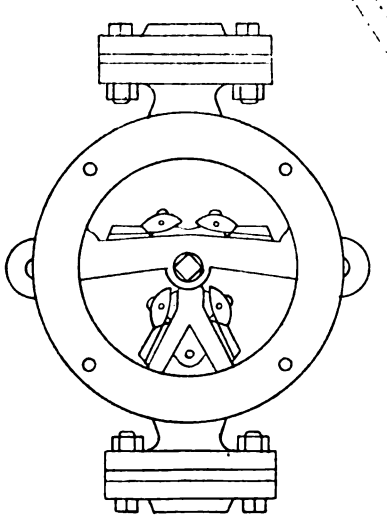


Fig. 3.

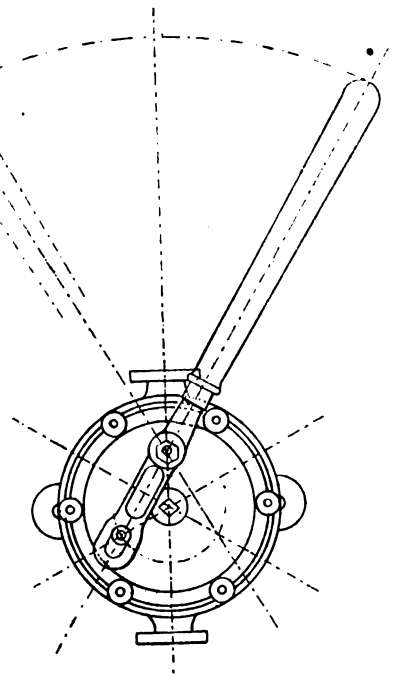


Fig. 4.

Cette heureuse disposition de mouvement a été complétée par l'adjonction à chaque appareil d'une soupape d'aspiration à filtre, dite à joint unique (fig. 5 et 6), qui est un auxiliaire indispensable pour les eaux sablonneuses ; elle empêche en effet tout grippement de mécanisme intérieur, ce qui ne pouvait être évité avec les soupapes ordinaires livrées jusqu'à ce jour.

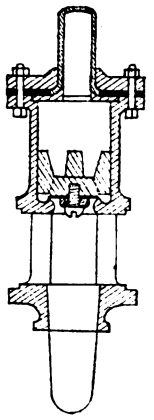


Fig. 5.

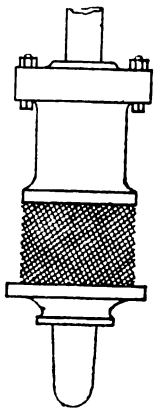


Fig. 6.

Dans ces conditions, les pompes demi-rotatives fabriquées par la maison Japy frères ont de nombreuses applications. Elles sont employées pour tous les usages domestiques dans presque tous les établissements, pour cours, parcs, jardins et principalement dans les maisons d'habitation pour les distributions d'eau de toute espèce, soit avec manœuvre de la pompe à la main, soit par transmission.

L'eau filtrée devenant tous les jours de plus en plus nécessaire, ces pompes présentent de réels avantages pour augmenter le débit des filtres Pasteur, qui rendent actuellement de si grands services. Elles peuvent aussi être utilisées avec succès pour le transvasement des vins, des bières, des alcools, du pétrole, etc., et sont généralement très pratiques pour tous les usages industriels.

G. Foris.

AGRICULTURE

LE PEUPLIER RÉGÉNÉRÉ

Les plantations de peupliers que l'on a faites jusqu'ici ont été généralement créées avec le peuplier blanchâtre (populus canescens), vulgairement appelé grisard, le peuplier tremble (populus tremula) et surtout le peuplier à chapelet (populus monilifera) plus habituellement connu sous le nom de peuplier suisse ou peuplier de Virginie. Ce dernier offre un sérieux avantage sur le grisard, dont le bois est cependant plus dur et plus solide que le sien : il croît beaucoup plus rapidement que lui. Ainsi, on peut exploiter le peuplier suisse à 25 ans, tandis que le grisard n'est exploitable que de 35 à 45 ans, si l'on veut en retirer, à plantations égales, un revenu net aussi élevé qu'avec le peuplier suisse.

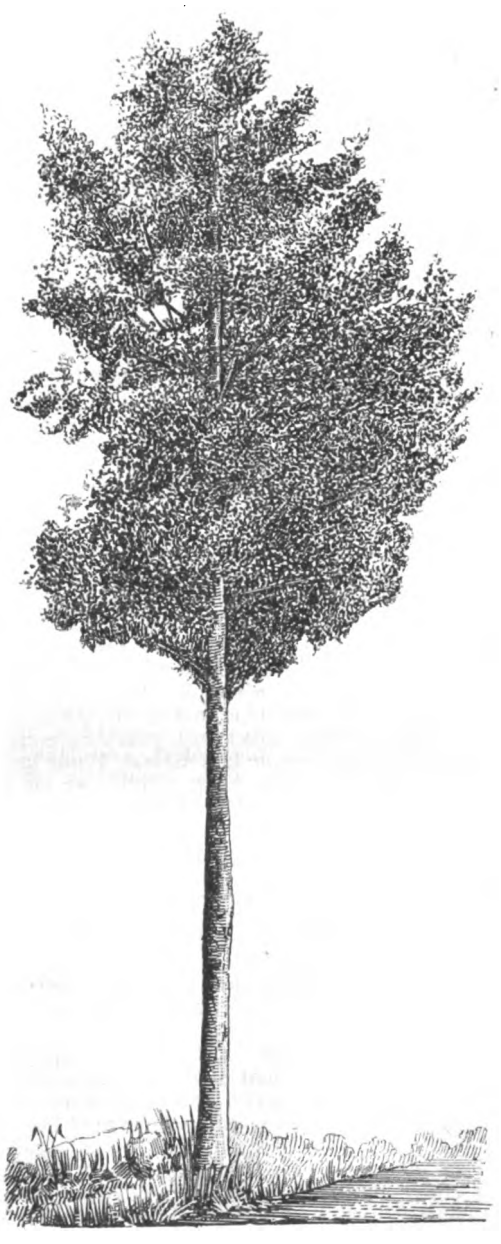


Fig. 4. — Peuplier régénéré.

Mais, si avantageuses que soient ces espèces, une autre variété relativement nouvelle vient leur faire une sérieuse concurrence. Très répandue dans les vallées de la Marne, de l'Oise et de l'Aisne, elle est connue sous le nom de *peuplier régénéré*.

Nous croyons intéressant de lui consacrer une rapide monographie, d'après les travaux de M. Lambin, le savant professeur d'horticulture de Soissons, et de M. Fouquet, ancien député de l'Aisne, pépiniériste à Sinceny, près Chauny, qui propagent avec une ardeur convaincue cette nouvelle variété.

La nature exacte du peuplier régénéré et son origine sont incon-

Digitized by Google

nues. On pense qu'il aurait été obtenu vers 1814, par M. Michia, pépiniériste à Arcueil, du peuplier suisse, mais sans qu'il s'en aperçût. Vers 1816, un jardinier du duc de La Rochefoucauld, à Montmirail, M. Lomanet, ayant eu besoin de plants de peupliers, s'adressa à M. Michia, qui les lui fournit. En observant la croissance de ses plants, il en remarqua un qui, par son aspect général et par sa végétation, différait sensiblement des autres. Il lui donna le nom de peuplier régénéré et le multiplia autant qu'il put. C'est ainsi qu'il se propagea dans l'arrondissement de Château-Thierry, puis dans le Soissonnais et les environs de Meaux. Aujourd'hui, c'est à peu près le seul qu'on plante dans toute la vallée de l'Ourcq.

Le peuplier régénéré diffère du peuplier de Virginie, par sa vigueur beaucoup plus grande, son écorce beaucoup plus lisse et surtout par la forme particulière de sa tige qui permet de le reconnaître aisément; au lieu d'être allongée et presque de la même grosseur dans une grande partie de la hauteur, cette tige est sensiblement conique, renflée à la base, puis rétrécie en allant vers le sommet, de sorte que l'ensemble forme un cône assez resserré.

Tandis que le peuplier suisse a ses extrémités droites et lisses comme le jonc, l'extrémité des branches du peuplier régénéré est accompagnée d'une quantité de petits rameaux latéraux. Ses feuilles sont plus grandes, le grain du bois est plus serré et plus fin. Ce bois est surtout recherché pour les ouvrages de menuiserie; il se découpe en lamelles aussi minces que l'on veut. On l'emploie dans la confection de tous les ustensiles qui sont employés dans l'industrie du lait et du fromage, car il ne communique aucun goût au laitage. Il est également très propre à la confection de la pâte à papier.

Comme les autres variétés de cette espèce, le peuplier régénéré pousse bien dans les sols argileux et frais, même dans les sols sablonneux, pourvu qu'ils aient une certaine profondeur. Mais il aime surtout les terrains d'alluvion, bas et même marécageux, et il permet ainsi de tirer un bon parti de terrains qui seraient restés improductifs. Il végète d'autant plus vigoureusement que ses racines avoisinent un cours d'eau; c'est ainsi qu'il est tout désigné pour être planté le long des cours d'eau, des étangs, des canaux.

Sa croissance est très rapide; on l'exploite généralement à l'âge de 22 à 25 ans. D'après les observations faites par un certain nombre de propriétaires et notamment par M. Gardet, d'Oulchy-le-Château (Aisne), le peuplier régénéré donne à 20 ans, toutes choses égales d'ailleurs, le même produit que le peuplier suisse à 25 ans. C'est donc une période de cinq ans dont on bénéficie. M. le professeur Lambin cite un propriétaire de Valsery, près Cœuvres, M. Alphonse Lemaire, qui a déjà exploité successivement trois générations de ces peupliers depuis soixante ans.

La multiplication de ces arbres se fait à l'aide de boutures ou de plançons mis dans une pépinière située dans un terrain frais. Les meilleurs sujets à choisir pour la plantation sont ceux qui ont trois ans de pépinière; les plants de 2 ans, forts et vigoureux, sont préférables à ceux de 4 ans.

Le meilleur moment pour les plantations est l'automne; cependant on peut les continuer jusqu'à fin mars et même en avril, en butant les plants à 40 centimètres au-dessus du sol. Si la plantation est faite en plein, les arbres doivent être espacés de 6 à 8 mètres en tous sens; si elle est faite en bordure d'un fossé, d'un champ, d'une rivière, un espacement de 4 à 5 mètres est suffisant.

Dans les sols marécageux, il n'est pas indispensable de recourir à des plants enracinés; il suffit de détacher sur des arbres adultes des rameaux forts et vigoureux, de 2 mètres de hauteur environ, et de les ficher en terre à une profondeur de 30 centimètres.

Quand le terrain est très humide, un bon système de plantation consiste à tracer des digues séparées par des fossés et à planter sur les digues, à 5 ou 6 mètres de distance. On a remarqué que si l'on a soin de planter en même temps, dans les intervalles libres, des touffes d'aulnes, les peupliers poussent plus vigoureusement.

Les soins à donner la première année consistent à couper pendant la végétation les bourgeons qni se développent depuis la base jusqu'à la première couronne de branches et à pincer les branches voisines de la tête, pour que celle-ci se développe plus vigoureusement.

Comme nous l'avons dit plus haut, c'est vers la vingtième année que les arbres sont bons à exploiter. Ils valent alors, l'un dans l'autre, environ 20 francs. Si donc, on a planté par hectare de 4 à 500 peupliers, c'est un produit d'environ 8 à 10 000 francs.

Quelquefois, le prix des arbres est supérieur à celui indiqué plus haut; il peut atteindre 30 francs. M. Fouquet rapporte qu'on lui a affirmé que des peupliers exploités à Crouy-sur-Ourcq, sur le bord du canal, après vingt-trois années seulement de plantation, avaient rapporté jusqu'à 66 fr. la pièce.

M. Fouquet établit comme suit le prix de plantation d'un hectare :

En plaçant les arbres à 7 mètres en tous sens, on compte par hectare 196 plants de 3 ans :

A 70 francs le cent, soit.	137 60
Frais de plantation à 0 fr. 20 le sujet.	39 20
	176 40

plus le transport, selon les distances.

En vingt-deux ans, un hectare de mauvais terrain incapable de produire quoi que ce soit, donnerait donc, au plus bas mot, un capital de 4 000 francs; beaucoup plus, si la terre est généreuse et si une année après l'exploitation, on replante à nouveau.

Cette variété de peuplier est donc intéressante à connaître et à propager. Nous avons, en France, de grands espaces de terrains qui restent improductifs: ils pourraient, à l'aide de cette plantation, être fructueusement exploités et procurer des revenus qui sont perdus aujourd'hui pour leurs propriétaires. M. Gobert, Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale, auquel nous devons les détails que l'on vient de lire sur cette intéressante essence forestière, a fait dans cet ordre d'idées des expériences pratiques couronnées de succès et qui trouveront utilement des imitateurs.

Henri Mamy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

CONJONCTEUR-DISJONCTEUR AUTOMATIQUE

Le conjoncteur-disjoncteur automatique représenté figure 1, et combiné par M. Ch. Féry, a pour but de permettre l'emploi d'un moteur mécanique à allure très variable pour la charge des accumulateurs. Les machines à vapeur où les moteurs à gaz employés généralement dans l'industrie servent souvent, en même temps, à la commande de la dynamo et de plusieurs machines-outils auxquelles on demande un travail très intermittent. Cette allure variable se retrouve aussi lorsqu'on utilise les forces naturelles pour actionner les dynamos.

Dans une installation dont la machine tourne à vitesse constante, l'appareil dont nous parlons est encore utile en prévenant tout accident dû à un arrêt de la dynamo ou à un ralentissement de sa vitesse, provenant de la chute ou d'un glissement d'une courroie de transmission; il en serait de même de toute fausse manœuvre. Dans aucun cas, en effet, le courant de la batterie d'accumulateurs ne peut se renverser dans la machine électrique.

Cet appareil construit couramment d'une façon robuste, est néanmoins d'une grande sensibilité, et permet d'utiliser le courant de charge dès que sa force électromotrice est devenue un peu supérieure à celle des accumulateurs. Son réglage très simple de l'appareil permet également de rompre le courant de charge au moment où son intensité est presque nulle; on évite ainsi les fortes étincelles de rupture.

Description. — En voici la description sommaire : La bobine A (fig. 1), que l'on place généralement dans le circuit d'excitation et qui peut aussi être placée en dérivation aux bornes du câble amenant le courant si la machine est inaccessible, constitue la partie conjonctive; quel que soit le mode de liaison employé, elle polarise ses appendices polaires CC' et attire par conséquent la palette de fer MO, mobile à l'intérieur de la bobine B, avec une intensité proportionnelle à la force électro-

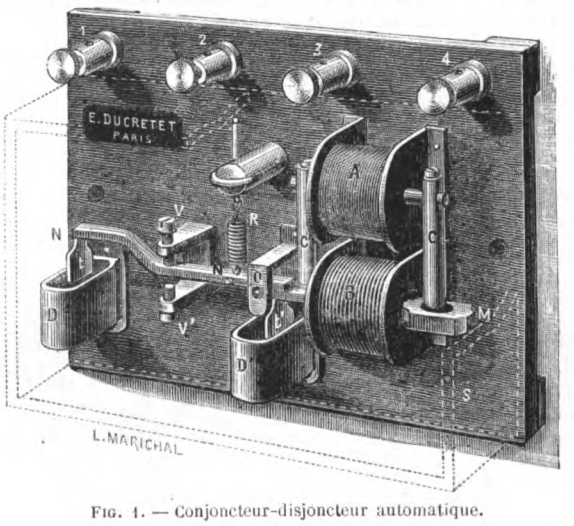


FIG. 1. — Conjoncteur-disjoncteur automatique.

motrice de la dynamo. Par suite de cette attraction le circuit de charge se ferme en N par le godet à mercure D et la plaque *t*; à ce moment les volts de la machine baissent et l'attraction de A diminue, mais la bobine B entrant en action maintient l'attraction en polarisant dans le sens convenable la palette de fer doux MO.

Supposons que les volts aux bornes de la dynamo viennent à décroître soit par une diminution de vitesse, soit pour toute autre cause, l'intensité des courants qui traversent les bobines A et B diminue, et lorsque le courant traversant B devient sensiblement nul, la force électromotrice de la dynamo est à peu près égale à celle des accumulateurs, et comme la bobine ne peut produire l'attraction de MO que si cette force électromotrice est plus grande que celle de la batterie, elle devient impuissante à maintenir seule l'attraction. Le ressort R ramène donc la palette contre la butée d'arrêt V et la rupture a lieu avec une faible étincelle.

La mise en charge et la rupture se produisent donc automatiquement au moment voulu.

Si même par suite d'un réglage défectueux, le ressort R était insuffisant à produire le débrayage à l'instant voulu, le courant se renverserait dans la bobine B et les pôles MO changeant de signe, l'attraction se changerait en répulsion qui, s'ajoutant à l'action du courant R, assurerait le fonctionnement. Le commutateur de charge peut être fermé soit avant, soit après la mise en marche de la dynamo, la charge de la batterie se produira toujours dans des conditions normales.

Digitized by Google

Réglage. — Le ressort R est le seul organe servant au réglage de l'appareil de M. Ch. Féry. Du mercure très propre et autant que possible exempt de métaux lui faisant faire la queue est versé dans des godets DD', de telle sorte que la plaque centrale *t'* plonge dans le mercure du godet D' et que, au contraire, la plaque *t* extrême, ne plonge dans le mercure de D que lorsque la palette MO est attirée par CC'. Il est bon de recouvrir le mercure d'une petite couche de glycérine.

Le circuit de charge étant ouvert, on met en marche la dynamo et on observe la marche du voltmètre. Dès que la force électromotrice devient un peu supérieure à celle de la batterie chargée, qu'on a déterminée par une mesure préalable, on règle le ressort R pour qu'il équilibre à peine cette attraction. L'appareil est réglé. On ferme le commutateur de charge et le courant doit être dans le sens voulu. S'il n'en était pas ainsi, on augmenterait un peu la vitesse de la dynamo et la tension de R. Pour se rendre compte de l'exactitude du réglage, on fera diminuer doucement la vitesse de la dynamo en suivant l'ampèremètre. Le conjoncteur-disjoncteur doit rompre quand l'intensité n'est plus qu'une fraction très faible du courant normal de charge.

Le réglage terminé, on n'aura plus à toucher au ressort R de l'appareil que s'il est nécessaire de modifier le nombre d'accumulateurs de la batterie. Un couvercle avec glace recouvre l'ensemble de l'appareil, il est ainsi à l'abri de la poussière et de la main.

Dans certaines installations centrales d'éclairage électrique, la partie disjonctive automatique est seule indispensable, un homme étant généralement chargé de la surveillance du tableau de distribution.

Dans ce cas particulier, la partie disjonctive seule de l'appareil est conservée, et les contacts de la palette sur les butées VV' sont employés à allumer une lampe de couleur ou à mettre en action une sonnerie électrique servant d'avertisseur.

Dans ces conditions spéciales, cet appareil simplifié présente les mêmes avantages que le conjoncteur-disjoncteur.

1° Rupture du courant quand sa valeur est très faible.

2° Sécurité absolue, le courant ne pouvant jamais se renverser dans la machine.

Dans les conjoncteurs ordinaires où une palette de fer est maintenue par l'attraction d'un électro, si l'on veut de la sécurité, il faut fortement tendre le ressort antagoniste et rompre le courant de charge bien avant que sa valeur ne soit annulée, c'est-à-dire avec une forte étincelle. Si l'appareil est réglé pour une rupture à trop faible intensité, il peut se faire, soit à cause du magnétisme rémanent, soit par l'inertie mécanique ou les frottements de la palette, que le courant ait le temps de se renverser avant la rupture du contact. L'attraction de l'électro-aimant étant indépendante du sens du courant, la palette restera attirée et l'appareil n'aura pas rempli son but.

Cette incertitude et ces risques ne peuvent se produire avec l'appareil que nous venons de décrire. Il est construit par M. E. Ducretet, à Paris.

GRAVURE PAR LE TÉLÉGRAPHE

Le procédé et l'appareil de gravure par le télégraphe dont nous trouvons la description dans *Industries*, paraissent assez simples; par

Fig. 1. — Reproduction de deux photographies par un procédé de gravure par télégraphe.

contre, les machines de transmission et de réception exigent une extrême précision.

Le début de l'opération consiste à obtenir d'un négatif l'impression d'un positif sur une pellicule de gélatine placée sur un verre d'où on l'enlève ensuite; la gélatine soluble est dissoute par les moyens habituels.

On applique la pellicule sur un cylindre en ayant soin de laisser la partie qui n'est pas lisse extérieurement. Le cylindre tourne au moyen d'un style qui appuie dessus, comme dans le phonographe.

Le mouvement radial du style occasionne une résistance dans la ligne du télégraphe.

L'appareil récepteur est semblable au transmetteur, seulement il est recouvert d'une enveloppe de cire, et il a un style tranchant. Les cylindres sont mus synchroniquement, et la profondeur de l'entaille dépend de l'intensité du courant, laquelle dépend à son tour de la résistance, cette dernière étant produite par le transmetteur. La cire se trouve alors entaillée et elle imite la pellicule de gélatine. On la déroule, on l'aplatit et on en prend une empreinte avec du plâtre.

On coule ensuite un cliché en métal d'après lequel on imprime.

L'opération complète, lorsqu'il ne s'agit que d'un petit cliché, ne demande pas plus d'une demi-heure.

La figure 1 ci-jointe donne la reproduction de deux photographies d'une danseuse, obtenue par ce procédé.

Il est probable que des méthodes basées sur les mêmes principes ne tarderont pas à être généralisées; mais jusqu'à présent, on n'est guère familiarisé avec la reproduction instantanée des tableaux à distance.

F. D.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

OFFICE DU TRAVAIL DE NEW-JERSEY (ÉTATS-UNIS)

Dans son intéressante étude sur les offices du travail des Etats-Unis, récemment publiée dans le *Génie Civil* (1), M. de Billy dit qu'il s'en faut de beaucoup que tous les bureaux de statistique aient la même valeur que ceux de Massachusetts et de Pensylvanie. Nous admettons volontiers son assertion, mais nous ferons remarquer que bien des causes de conflits entre patrons et ouvriers disparaîtraient probablement si l'on créait, dans nos départements, des institutions analogues à celles dont nous nous occupons.

Pour le démontrer, nous nous contenterons d'analyser le compte rendu des travaux faits par l'office du travail de New-Jersey, créé en 1878, et dirigé depuis cette époque avec beaucoup d'habileté et de dévouement par M. James Bishop.

Voyons d'abord ce qui a été fait au point de vue de l'éducation professionnelle de l'ouvrier. En Amérique, l'instruction populaire est très répandue à tous les degrés; c'est pourquoi l'action des offices du travail, concernant ce sujet, s'est bornée à quelques études sur l'enseignement technique et sur l'état de l'apprentissage aux Etats-Unis.

Les travaux de l'office du travail relatifs à la création de sources de travail sont très nombreux et très importants. Le bureau a fait de grands efforts en vue de développer l'agriculture, la culture de plantes industrielles, la pisciculture, notamment l'élevage des carpes, l'ostréiculture, et en général, l'industrie agricole et manufacturière.

L'office du travail a fait également de nombreuses enquêtes qui ont porté sur les industries florissantes en Europe pour tâcher de les introduire dans l'Etat de New-Jersey. Le bureau a relevé en outre d'une façon détaillée la liste des produits importés et exportés.

C'est incontestablement l'étude des moyens propres à améliorer le sort de l'ouvrier qui a été la constante préoccupation de l'office du travail, car chaque année les enquêtes relatives à cet objet deviennent plus minutieuses et plus approfondies. De nombreux relevés ont été faits pour déterminer dans les différentes branches d'industrie exercées aux Etats-Unis, le salaire des ouvriers et des ouvrières : le bureau a examiné beaucoup de budgets d'ouvriers, en tenant compte des gains de tous les membres de la famille, ainsi que des dépenses diverses du ménage. Depuis plusieurs années, le bureau dresse des tableaux qui indiquent l'âge auquel les ouvriers entrent dans les ateliers industriels et celui auquel ils commencent à perdre leurs forces.

Le travailleur apprend de cette façon qu'il ne peut compter que sur un temps déterminé pour économiser l'argent nécessaire à l'assurer contre la vieillesse. Pour arriver à augmenter le budget des petits ménages en diminuant ses dépenses, le bureau a fait d'intéressantes statistiques relatives à la nourriture, à l'habillement, à l'éclairage, au chauffage des familles d'ouvriers et il s'est occupé longuement des caisses d'épargne.

La question de l'organisation du travail ne pouvait être oubliée par le bureau. De sérieuses études faites de concert avec les intéressés ont absorbé une grande partie de ses ressources et ont fourni des documents intéressants relatifs aux grèves, aux moyens de les prévenir, aux résultats malheureux qu'elles produisent, aux bons effets de l'arbitrage et enfin à l'influence des Trades Unions et des Chevaliers du Travail.

L'hygiène de l'atelier a provoqué une série de travaux fort utiles pour le législateur américain qui a tenu à honneur de suivre l'exemple donné en Suisse pour assurer au travailleur un espace nécessaire pour se mouvoir sans avoir à craindre d'accident, pour l'éclairer et le chauffer convenablement, lui donner un cube d'air suffisant, lui assurer des moyens de sauvetage en cas d'incendie, le protéger autant que possible contre les accidents du travail, etc.

Le bureau s'est également occupé des associations qui ont pour but d'assurer le bien-être matériel de l'ouvrier, en lui fournissant à

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 10, p. 166.

Digitized by Google

prix réduits toutes les choses nécessaires à la vie. Parmi ces sociétés, les plus utiles sont les Building Societies, dont le nombre est de près de six mille aux Etats-Unis. Ces Sociétés rendent d'immenses services aux classes laborieuses.

Une Building society avance au constructeur les trois quarts de la somme nécessaire pour devenir propriétaire de sa maison, en lui donnant la facilité de se libérer par annuités. Grâce aux Building Societies, plus de soixante mille petites maisons construites à Philadelphie ont été acquises moyennant le paiement, pendant un certain temps, d'une annuité dont la valeur ne dépassait pas celle du loyer d'un appartement de surface équivalente (1).

On peut juger par le court aperçu des travaux du bureau de statistique de New-Jersey, de l'utilité de cet établissement. Les résultats qu'il obtient sont propagés dans le public à l'aide d'un grand nombre de brochures qui sont répandues à profusion. La manière dont le bureau fait des enquêtes contribue également à répandre dans le public des idées saines d'économie sociale.

Les enquêteurs en s'entretenant avec les ouvriers, attirent leur attention sur une foule de points qui font voir la question sociale sous un jour tout autre que celui sous lequel elle est présentée par les politiciens de cabaret, qui cherchent une popularité malsaine en flattant les passions des travailleurs.

L'influence des offices du travail sur les ouvriers s'est déjà fait sentir par la nature de leurs revendications. Au début les grèves avaient pour objet l'augmentation des salaires ; aujourd'hui le travailleur demande à être occupé dans des milieux salubres, éclairés, aérés, et il préfère une diminution dans les heures de son travail à un supplément de gains obtenus en exerçant une industrie qui use plus rapidement ses forces.

Les directeurs des offices du travail soutiennent énergiquement les revendications des ouvriers quand elles ont pour objet de préserver leur vie ou leur santé ; ils signalent également les exploitations dont ils sont victimes. C'est grâce à eux que l'Etat a promulgué une loi pour abolir le *truck-system*, c'est-à-dire, le paiement en nature du salaire de l'ouvrier. L'enquête faite pour révéler les abus du truck-system, fit connaître des faits révoltants : ainsi il fut établi que dans bien des cas, l'ouvrier ne recevait jamais d'argent et que sa femme était obligée d'aller chercher à une distance assez éloignée des aliments qu'elle aurait pu se procurer à meilleur compte dans son voisinage. Si les directeurs des offices du travail sont sévères à l'égard des patrons qui ne se conduisent pas bien à l'égard de leurs ouvriers, ils sont, par contre, heureux de pouvoir signaler ceux qui cherchent à mettre à la disposition de leur personnel tous les avantages de la vie civilisée. C'est ainsi qu'ils ont décrit avec force détails l'organisation de plusieurs usines dont les patrons s'occupent du bien-être de leurs ouvriers. Nous nous contentons de citer parmi ces établissements l'usine Pullmann, si célèbre par la ville créée pour loger ses ouvriers, et la fabrique de corsets de Ferris Bros, à Newark.

Emile CACHEUX,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Voir à ce sujet l'ouvrage de MM. Em. Muller et Cacheux : *Les Habitations ouvrières en tous pays*, pages 241 à 290.

JURISPRUDENCE

CHRONIQUE DE JURISPRUDENCE

I. — *Transport par chemin de fer ; — Marchandises ; — Dépôt ; — Obligation.*

II. — *Transports par chemins de fer ; — Marchandises ; — Tarif le plus réduit ; — Fausse direction ; — Responsabilité.*

III. — *Surcharge d'une maison ; — Dégâts causés aux étages inférieurs ; — Architecte ; — Entrepreneur ; — Responsabilité.*

I. — Arrêt rendu le 10 novembre dernier par la Cour de cassation, cassant, au profit de la Compagnie de l'Est, un jugement rendu le 24 octobre 1889, au profit d'un sieur Meynadier, par le tribunal de commerce de Marseille :

Le pourvoi était fondé sur le moyen suivant :

Violation des art. 1382 C. civ., 103, 106 C. com., de l'arrêté ministériel du 12 janvier 1872 (art. 1er des tarifs généraux et 17 des tarifs spéciaux de la Compagnie demanderesse), et de l'art. 7 de la loi du 20 avril 1810, en ce que le jugement attaqué a déclaré la Compagnie responsable d'une avarie reconnue antérieure au transport par une expertise faite conformément à l'article 106, et l'a condamnée à garantir le destinataire de l'action en paiement de la marchandise intentée par l'expéditeur, sous le prétexte que la Compagnie aurait commis une faute en déposant les colis, après l'expertise, et le refus du destinataire, dans un dépôt public, sans se faire autoriser par justice.

La Chambre civile, après avoir entendu le rapport de M. le conseiller LEGENDRE, la plaidoirie de Me DEVIN, avocat, et les conclusions conformes de M. l'avocat général BERTRAND, a rendu l'arrêt suivant :

La Cour ;

Statuant sur l'unique moyen du pourvoi :

Vu les art. 103 et 106 C. com., et 1er de l'arrêté ministériel du 12 juin 1872, reproduit par l'art. 17 *bis* du tarif général dûment homologué des transports à petite vitesse de la Compagnie des chemins de fer de l'Est ;

Attendu qu'il résulte du jugement attaqué que, sur le refus du destinataire, Villemin-Laforge, de recevoir les balles de riz à lui vendues et expédiées par Meynadier, la Compagnie de l'Est a fait procéder, conformément à l'art. 106 C. com., à une expertise qui a établi l'existence d'une avarie antérieure au transport, et qu'ensuite la Compagnie a déposé dans un magasin à ce autorisé les colis refusés ;

Attendu que le Tribunal de commerce de Marseille, par le jugement attaqué, a condamné la Compagnie à garantir le destinataire des marchandises des conséquences de l'action intentée par l'expéditeur en paiement du prix de la marchandise, et ce par le motif qu'en opérant le dépôt des balles avariées, sans y être autorisée par justice, la demanderesse en cassation a méconnu le second paragraphe de l'article 106 et commis une faute lourde en engageant sa responsabilité vis-à-vis du destinataire, qu'elle aurait ainsi privé du droit de contester la marchandise à l'égard de l'expéditeur.

Mais, attendu que la disposition de l'art. 106, aux termes duquel le transport dans un dépôt public des objets refusés à l'arrivée peut être ordonné par justice, ouvre au voiturier une simple faculté qu'on ne saurait arbitrairement convertir en obligation ; et que, d'autre part, l'art. 17 *bis* susvisé des tarifs autorise les Compagnies de chemins de fer à faire camionner d'office, soit au domicile du destinataire, soit dans un magasin public, toute marchandise qui serait laissée en gare après le délai déterminé par ledit article ;

Attendu que, de ce qui précède, il résulte qu'en statuant ainsi qu'il l'a fait le jugement attaqué a, par une fausse application de l'art. 106 C. com., violé ledit article et les autres dispositions légales susvisées ; casse, etc.

C'est donc une simple faculté que donne au voiturier l'art. 106 du Code de commerce, et non une obligation qu'il lui impose, en disposant que le transfert dans un dépôt public des objets refusés peut être ordonné par justice. Il n'y a pas faute lourde pour une Compagnie de chemins de fer pour avoir déposé dans un magasin les marchandises refusées par le destinataire, sans en avoir obtenu l'autorisation préalable de justice, et cela, surtout après qu'une expertise a constaté l'existence d'une avarie antérieure au transport.

II. — Arrêt de cassation du 20 octobre dernier, cassant un jugement du Tribunal de commerce de Niort, et faisant droit au pourvoi de la Compagnie de l'Ouest, aux torts d'un sieur Niox, dont le tribunal avait accueilli la demande :

Le pourvoi invoquait un moyen ainsi conçu :

Violation de l'art. 105 du Code de commerce (texte antérieur à la loi du 11 avril 1888), du tarif général de la Compagnie de l'Ouest, ainsi que des tarifs communs 102 Ouest E 16 Orléans, 103 Ouest E 17 Orléans, 106 Ouest E 78 Orléans. — Voici l'arrêt : La Cour, sur le moyen du pourvoi :

Vu l'art. 105 du Code de commerce (ancien texte), et les tarifs spéciaux communs 103 Ouest E 17 Orléans, et 106 Ouest E 78 Orléans ;

Attendu qu'il résulte du jugement attaqué que pour condamner la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à rembourser à Niox la somme de 274 fr. 15, montant de la détaxe réclamée par ce dernier, le Tribunal de commerce s'est fondé sur ce que les lettres de voiture portaient l'indication « tarif le plus réduit », laquelle suffisait à manifester clairement la volonté de l'expéditeur de faire profiter le destinataire des avantages offerts par les tarifs spéciaux communs 103 et 106 ci-dessus visés, d'où il résultait que la demande en détaxe de Niox était basée sur une fausse application des tarifs ayant déterminé une erreur dans la perception du prix de transport, cas auquel n'était pas applicable l'art. 105 C. com. ;

Mais attendu que la régularité de la perception opérée par la Compagnie lors de la livraison à Niox de ses marchandises ne pouvait être contestée devant ce tribunal, comme se rattachant à une fausse application des tarifs, dès lors que Niox revendiquait le bénéfice des tarifs 103 et 106 susvisés ;

Qu'en effet, il résulte des conditions inscrites à ces tarifs sous le titre d'« avis important » que les prix qu'ils énoncent ne seront applicables qu'autant que l'expéditeur en aura fait la demande expresse sur sa déclaration ; que cette condition, formellement exprimée dans des tarifs homologués par l'autorité compétente et ayant force de loi, n'a pas été remplie dans l'espèce ; qu'on ne saurait en effet considérer l'indication « tarif plus réduit » portée dans les déclarations dont excipe Niox, comme l'équivalent de la demande expresse d'un tarif spécial commun à deux ou plusieurs Compagnies ; que Niox ne pouvait donc justement prétendre que ces tarifs qu'il réclamait fussent légalement et d'office applicables aux expéditions le concernant ;

Que, dans ces circonstances, la clause du transport « au tarif le plus réduit » ne se référant par elle-même à aucun tarif légalement obligatoire pour la Compagnie et astreignant seulement cette dernière à assurer au transport les conditions les plus économiques, il s'ensuivait que si la Compagnie avait dans la cause manqué à cette obligation en imprimant aux marchandises une fausse direction, elle aurait en cela commis non une erreur dans le calcul de la taxe perçue ou dans l'application des tarifs, mais une faute dans l'exécution du contrat de transport de nature à être couverte par l'article 105 C. com. ;

D'où il suit qu'en rejetant dans des circonstances la fin de non recevoir tirée par la Compagnie de la réception de la marchandise à l'arrivée et de l'acquittement par Niox, sans protestation ni réserve, du prix de transport, le jugement attaqué a violé l'article de loi ci-dessus visé ; par ces motifs, casse, etc.

Il faut conclure de cet arrêt que la demande expresse, exigée par les tarifs homologués, d'un tarif spécial commun à plusieurs Compagnies, n'est pas suffisamment explicite en se référant simplement au « tarif le plus réduit ». — La clause du transport « au tarif le plus réduit » ne se référant par elle-même à aucun tarif légal, et astreignant seulement la Compagnie à assurer au transport les conditions les plus économiques, il en résulte que si la Compagnie a manqué à cette obligation en imprimant une fausse direction aux marchandises, elle a commis non une erreur dans l'application des tarifs, mais une faute dans l'exécution de son contrat de transport, faute qui peut être couverte par l'art. 103 (ancien texte) du Code de commerce.

III. — Jugement rendu le 31 octobre 1891 par le Tribunal civil de la Seine :

Attendu que Henry fils, régulièrement réassigné le 20 novembre 1888, ne se présente pas, statuant à l'égard de toutes les parties par un seul et même jugement, donne acte aux consorts Bureau de leur reprise d'instance :

Attendu que les consorts Leblanc demandent l'intérinement du rapport du 28 mai 1888, de Langlois expert, commis en référé, sur leurs contestations avec Henry fils, Borderoulle et les consorts Bureau, relativement à Graillot, donne acte aux consorts Leblanc de ce qu'il a satisfait à leur demande et n'est plus en cause ;

Relativement à Henry fils :

Attendu que Henry père, en qualité d'architecte, ayant mandat des demandeurs, a dirigé les travaux que les consorts Leblanc ont fait exécuter de 1880 à 1882, pour la surélévation de leur maison, sise rue de l'Echiquier, à Paris ;

Digitized by Google

Attendu que l'expert a constaté que, par suite de ces travaux, il s'est produit dans les étages inférieurs de l'immeuble des tassements, déchirements, ruptures dans les plafonds et corniches, crevasses dans les murs et cloisons hors d'aplomb dans les portes et croisées ;

Attendu que les désordres sont résultés de ce que les travaux dirigés par Henry père ont été faits dans certaines parties sans points d'appui aux étages inférieurs ;

Attendu que Henry père est en faute vis-à-vis des propriétaires d'avoir mal dirigé lesdits travaux et qu'il est responsable envers eux des conséquences de cette faute ;

Attendu que l'expert a fixé à juste titre à la somme de 10500 francs le préjudice actuellement causé : 1° pour une partie des raccords de toute nature à faire par suite de l'exécution des travaux de consolidation ; 2° pour la réparation des désordres produits par ladite surélévation dans les parties anciennes de l'immeuble ;

Attendu que l'un des entrepreneurs desdits travaux, Graillot, ayant volontairement payé pour réparation du préjudice, une somme de 2100 francs, Henry fils n'est plus débiteur que de 8400 francs.

Attendu qu'il y a lieu, d'autre part, de faire réserve aux consorts Leblanc contre Henry fils des dommages et intérêts pouvant résulter des indemnités à payer aux locataires par suite des travaux de consolidation ;

Attendu qu'il n'y a pas lieu à autres réserves ;

Relativement à Borderoulle et à Bureau, entrepreneurs, le premier de la maçonnerie, le second de la charpente desdits travaux ;

Attendu qu'il est constant que lesdits entrepreneurs ont travaillé sous la direction de Henry père ;

Attendu que la faute est dans la mauvaise direction de Henry père, et qu'il n'est pas établi que les entrepreneurs aient pu constater cette faute en temps utile, ni la prévenir, ni la corriger ;

Et attendu qu'ils étaient en droit de s'en tenir aux ordres de l'architecte ;

Attendu, d'autre part, qu'aucune faute spéciale ne leur est imputée dans l'exécution particulière du travail dont chacun d'eux était chargé par Henry père ;

Attendu que le vice qui peut résulter d'une surélévation mal combinée ne peut être assimilé au vice du sol ;

Attendu, conséquemment, que la demande contre les deux entrepreneurs n'est pas fondée ;

Par ces motifs,

Entérine ledit rapport en tout ce qui n'est pas contraire au présent jugement ;

Condamne Henry fils à payer aux consorts Leblanc la somme de 8400 francs avec intérêts à 5 °/₀ du jour de la demande ;

Donne acte aux consorts Leblanc des réserves ci-dessus ; déboute les consorts Leblanc de leur demande contre Borderoulle et les consorts Bureau ;

Les condamne aux dépens de cette demande ; condamne Henry fils au surplus des dépens.

Un entrepreneur n'est donc pas responsable des dégâts survenus dans les étages inférieurs d'une maison par suite de la surélévation de celle-ci, quand il a effectué les travaux sous la direction d'un architecte. Celui-ci est seul responsable vis-à-vis du propriétaire, quand d'ailleurs on ne peut imputer de faute personnelle à l'entrepreneur dans l'exécution des ordres qu'il a reçus. Les vices d'une surélévation mal combinée ne peuvent être assimilés aux vices du sol.

CUNISSET-CARNOT.

INFORMATIONS

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers.

Nous donnons ci-après la liste des *Cours publics et gratuits des Sciences appliquées aux Arts* professés au Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris (année 1891-1892) :

Géométrie appliquée aux Arts. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir.* — M. A. LAUSSEDAT, professeur ; M. CH. BRISSE, professeur suppléant. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) — Géométrie de la sphère. — Globe céleste et planisphères. — Etudes des phénomènes astronomiques. — Instruments d'observation. — Mesure du temps. — Cadrans solaires, horloges et chronomètres. — Calendrier. — Photographie et spectroscopie célestes. — Application de l'astronomie à la géographie et à la navigation.

Géométrie descriptive. — *Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. E. ROUCHÉ, professeur. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) — *La perspective pratique.* — Principes fondamentaux. — Carré, cube, cercle ; portes et fenêtres, toits, moulures, escaliers, voûtes, etc. — Ombres et reflets. — Problèmes inverses de perspective : éléments de métrophotographie.

Mécanique appliquée aux Arts. — *Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. J. HIRSCH, professeur. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) *Principes de la mécanique.* — Statique. — Machines simples. — Cinématique. — Dynamique. — Hydraulique.

Constructions civiles. — *Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. EMILE TRÉLAT, professeur. (Le cours a été ouvert le mercredi 4 novembre.) — En cas d'empêchement, M. TRÉLAT est remplacé par M. J. PILLET. — Fonctions mécaniques des organes de construction et détermination de leurs dimensions en conséquence de ces fonctions. — Piles ; murs ; planchers, voûtes, combles, etc.

Physique appliquée aux Arts. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir.* — M. J. VIOLLE, professeur. (Le cours a été ouvert le vendredi 15 janvier.) — *Optique.* — Miroirs, prismes, lentilles. Instruments d'optique. — Interférences. Diffraction. Polarisation. Saccharimètres. — Radiation. Spectroscopie. Photométrie. Photographie.

Électricité industrielle. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir.* — M. MARCEL DEPREZ, professeur. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) — Transmission électrique de la force. — Applications mécaniques de l'électricité. — Machines à courant alternatif. — Transformateurs. — Applications diverses des courants alternatifs. — Stations centrales d'électricité. — Accumulateurs. — Lumière électrique. — Différents systèmes d'éclairage électrique. — Mesures électriques industrielles.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir.* — M. E. JUNGFLEISCH, professeur. (Le cours a été ouvert le mercredi 4 novembre.) — *Métaux.* — Généralités sur les métaux. — Classification des métaux. — Généralités sur les combinaisons salines. — Alliages métalliques. — Histoire particulière des métaux utiles : extraction, propriétés, combinaisons diverses, applications, notions analytiques.

Chimie industrielle. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir.* — M. AIMÉ GIRARD, professeur. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) — Farines et panification ; biscuiterie ; pâtes alimentaires. — Féculerie et amidonnerie. — Industrie sucrière. — Extraction du sucre de betteraves et du sucre de canne. — Raffinerie ; sucraterie. — Fabrication du glucose. — Papeterie. — Travail du chiffon et des succédanés : paille, bois, sparte, etc. — Papiers à la forme et papiers à la machine.

Métallurgie et travail des métaux. — *Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. U. LE VERRIER, professeur. (Le cours a été ouvert le mardi 3 novembre.) — *Etude générale des procédés métallurgiques.* — Première partie : *Traitement des minerais.* — Procédés par voie sèche ; production des hautes températures et utilisation des combustibles, théorie des principales opérations par lesquelles on extrait les métaux de leurs minerais (réduction, grillage, sublimation, etc.). — Procédés par voie humide, dissolution et précipitation des métaux. — Deuxième partie : *Travail des métaux.* — 1° Travail par déformation, martelage, laminage, estampage, etc. — 2° Travail par enlèvement de matière, tournage, rabotage, etc.

Chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie. — *Les lundis et jeudis, à heures trois quarts du soir.* — M. V. DE LUYNES, professeur. (Le cours a été ouvert le jeudi 5 novembre.) — Des diverses espèces de verre. — Verre blanc, verre coloré. — Fours. — Dévitrification. — Fabrications spéciales. — Vitres, glaces. — Cristal, gobeleterie. — Emaux. — Peinture sur verre. — Poteries. — Matières premières. — Argiles. — Pâtes céramiques. — Terres cuites, faïences, grès. — Porcelaines. — Façonnage, cuisson. — Décoration, couleurs vitrifiables.

Chimie agricole et analyse chimique. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir.* — M. TH. SCHLOESING, professeur. (Le cours a été ouvert le mercredi 4 novembre). — Nutrition des plantes. — Engrais. — Analyse chimique appliquée à divers produits de l'exploitation rurale. — Analyse minérale.

Agriculture. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir.* — M. E. LECOUTEUX, professeur ; M. L. GRANDEAU, professeur suppléant. (Le cours a été ouvert le mardi 3 novembre.) — *Les végétaux de la grande culture.* — *Céréales.* — Blé, seigle, avoine, orge, maïs, sarrasin, etc. — Sol. — Sa préparation. — Choix des semences, fumure. — Procédés de culture, de récolte. — Conservation. — Commerce. — *Plantes sarclées.* — Pommes de terre. — Betteraves fourragères. — Betteraves sucrières. — Navets, turneps, etc.

Travaux agricoles et génie rural. — *Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. CH. DE COMBEROUSSE, professeur. (Le cours a été ouvert le samedi 7 novembre.) — *Conservation et préparation des récoltes.* — Machines employées à l'intérieur de la ferme (suite et fin). — *Produits accessoires de la ferme.* — Verger, fruitier, potager. — Rucher. — *Notions de physiologie végétale et animale.* — Des sources de travail employées en agriculture. — Moteurs animés et inanimés. — Problème de l'alimentation. — *Hygiène du cultivateur.* — *Machines usuelles.* — Manèges. — Moteurs et machines hydrauliques. — Machines à vapeur agricoles. — Appareils de transmission.

Filature et tissage. — *Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. J. IMBS, professeur. (Le cours a été ouvert le vendredi 6 novembre.) — Tissus façonnés : par chaîne, par trame. — Battants brocheurs et métiers à rubans. — Tissus gaze. — Tulles et métiers à tulle. — Tricots. — Apprêts des tissus. — Fabrication des draps.

Économie politique et législation industrielle. — *Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir.* — M. E. LEVASSEUR, professeur. (Le cours a été ouvert le vendredi 6 novembre.) — *Législation de l'industrie et du commerce.* — L'apprenti, l'ouvrier, le patron et le commerçant. — La législation des anciens corps de métier. — La liberté du travail. — Le travail des enfants dans les manufactures. — Le contrat de louage. — Les lois sur les coalitions. — Les syndicats professionnels. — L'assurance contre les accidents. — Le Code de commerce. — Les juridictions : conseils de prud'hommes, tribunaux de commerce, arbitrage.

Économie industrielle et statistique. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir.* — M. A. DE FOVILLE, professeur. (Le cours a été ouvert le mardi 3 novembre.) — L'économie industrielle et la science financière. — La monnaie. — Les prix. — Les impôts. — Les emprunts. — Les dépenses publiques. — Institutions financières intéressant le travail et les travailleurs. — Les statistiques financières.

Droit commercial. — Ce cours est suspendu.

Conférences sur la photographie, au Conservatoire des Arts et Métiers.

Ainsi que nous l'avons déjà annoncé, M. le colonel Laussedat, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, a eu l'heureuse idée d'organiser cette année une série de *Conférences sur la photographie théorique et technique.* Ces conférences ont lieu les dimanches, à deux heures et demie, dans le grand amphithéâtre du Conservatoire. Les premiers sujets traités ont été jusqu'ici :

L'Histoire de la Photographie et de ses applications, par M. A. DAVANNE, président du Comité d'administration de la Société française de photographie.

La Chronophotographie, par M. G. DEMENY, chef du laboratoire de la Station physiologique (annexe du Collège de France) (1).

La Photographie des couleurs, par M. G. LIPPMANN, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris.

La Photographie astronomique, par M. JANSSEN, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire d'astronomie de Meudon.

La Photographie sans objectif, par M. COLSON, capitaine du génie, répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

La Chimie photographique, par M. C. FABRE, chargé de ce cours à la Faculté des sciences de Toulouse.

La Photographie céleste, par M. A. CORNU, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole Polytechnique.

(1) Il a été rendu compte de cette conférence dans le *Génie Civil*, tome XX, n° 9, p. 152.

Digitized by Google

La Photographie médicale, par M. A. Londe, chef du service photographique de l'Hôpital de la Salpêtrière.

La Photographie militaire et la Photocartographie, par M. le commandant Fribourg, chef du laboratoire de photographie du Ministère de la guerre.

La Photogravure en relief et en creux, la Photocromographie et leurs applications à l'industrie du Livre, par M. L. Vidal, professeur à l'Ecole nationale des arts décoratifs.

Nous donnons ci-après la liste des conférences qui restent encore à faire :

14 février. — *L'Histoire d'un Objectif photographique*, par M. E. Vallon, professeur de physique au Lycée Janson-de-Sailly.

21 février. — *L'Enregistrement des phénomènes naturels à l'aide de la Photographie*, par M. E. Trutat, directeur du Musée d'histoire naturelle de Toulouse.

28 février. — *L'Iconométrie et la Métrophotographie*, par M. le colonel Laussedat, directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

6 mars. — *La Microphotographie*, par M. L. Duchesne.

13 mars. — *Les Appareils panoramiques et les Panoramas photographiques*, par M. le commandant Moessard, professeur à l'Ecole supérieure de guerre.

20 mars. — *L'Héliochromie et les actions chimiques de la Lumière*, par M. H. Becquerel, membre de l'Institut, répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

27 mars. — *Les Procédés usuels de la photographie et leurs applications*, par M. Ch. Gravier, inspecteur principal à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

3 avril. — *Les Pellicules photographiques et leurs applications aux impressions mécaniques*, par M. G. Balagny, président de la Société d'études photographiques.

10 avril. — *La Physique photographique*, par M. A. Buguet, professeur de physique au Prytanée militaire.

Comité consultatif des Chemins de fer.

Un décret rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics nomme membres du Comité consultatif des Chemins de fer pour les années 1892 et 1893 :

MM. Dietz-Monnin, Huguet, Reymond, Richard Waddington, sénateurs.

Aynard, Burdeau, Georges Cochery, Deandreis, Félix Faure, Pelletan, Prévet, Obissier-Saint-Martin, députés.

Picard, président de section au conseil d'Etat; Chabrol, Chauchat, Cotelle, Herbette et Rousseau, conseillers d'Etat.

Cousté, président; Hiélard et Way, membres de la Chambre de commerce de Paris.

Richemond, président du Tribunal de commerce de la Seine.

Le Blant, inspecteur général des finances, et George, conseiller-maître à la Cour des comptes.

Nicolas, directeur du commerce intérieur; Dislère, directeur du commerce extérieur; Baron, directeur de l'exploitation électrique; Tisserand, directeur de l'agriculture; général Renouard, sous-chef d'état-major général de l'armée; Xavier Charmes, directeur du secrétariat au ministère de l'Instruction publique.

Leblanc, Menche de Loisne, Stœcklin, Inspecteurs généraux des Ponts et chaussées, et Lamé-Fleury, Inspecteur général des Mines.

Griolet, administrateur de la Compagnie des chemins de fer du Nord; Gottschalk, et Emile Level, membres de la Société des Ingénieurs civils.

Camus, président de la chambre sydicale des transports; Victor Dodé, président de la chambre syndicale des facteurs aux Halles centrales; Léon Ducret, président de la chambre syndicale des industries diverses.

Peghoux, administrateur de la Compagnie des canaux maritimes; Villard, Ingénieur, administrateur de compagnies agricoles; Lazare Weiller, industriel; Guillotin, entrepreneur de travaux publics; Pérocheau, ouvrier ajusteur de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Bureau de la Chambre de Commerce de Paris.

La Chambre de Commerce de Paris a procédé, dans sa séance du 13 janvier dernier, au renouvellement annuel de son Bureau, qui est composé de la manière suivante, pour l'année 1892 :

MM. J. Cousté, président;
L. Hiélard, vice-président;
Bernard Martial, secrétaire;
F. Dehaynin, trésorier.

Emploi de l'électricité dans la fabrication du phosphore.

Les inconvénients du procédé actuel de fabrication du phosphore résident principalement dans la haute température nécessaire et dans les pertes de produit occasionnées par les fentes se produisant dans les cornues, dont le remplacement fréquent est fort coûteux ; celles-ci sont nécessairement très minces pour permettre à la chaleur de les pénétrer plus facilement.

M. le docteur Readman, d'Edimbourg, et MM. Parker et Robinson, de l'Electrical Construction Corporation, poursuivent depuis quelque temps déjà des expériences en vue de l'application de l'électricité à la fabrication du phosphore.

Leur procédé consiste à faire traverser les matières premières réduites en pâte par un courant passant entre des électrodes convenables et à recueillir et condenser les vapeurs de phosphore. Les résidus sont extraits par le fond du four, où l'action électrique se produit, de sorte que le procédé peut fonctionner sans interruption pendant plusieurs jours. Les fuites de vapeurs de phosphore ne sont plus à craindre, par la raison que, la chaleur arrivant directement au centre de la masse sans avoir à la pénétrer, les parois du four peuvent être aussi épaisses qu'il est nécessaire, sans crainte d'exagérer les frais de combustible. Le résidu ne renferme, paraît-il, pas plus de 1 % de phosphore, et le produit brut obtenu, d'assez bonne qualité, peut être purifié par fusion sous l'eau, tamisage à travers une peau de chamois, et traitement par l'ammoniaque et l'acide chromique.

C.

Utilisation des eaux de l'Aar.

La rivière l'Aar, en Suisse, va être l'objet de travaux importants en vue de son utilisation pour la force motrice. Le canton de Berne a concédé l'utilisation d'une chute de 4 mètres et d'un débit de 100 mètres cubes par seconde, créée à Wynau, à l'aide d'un canal de 1 000 mètres.

La force disponible sur l'arbre des turbines sera de 300 chevaux ; elle est destinée aux industries de la région et à l'exploitation d'une ligne de chemin de fer électrique.

On espère que cette force sera bientôt utilisée totalement, et, dans le cas d'insuffisance, le rendement des turbines pourra être doublé aisément, la concession permettant de porter la hauteur de chute à 8 mètres.

C.

NÉCROLOGIE

Fernand-Raoul Duval.

Ancien élève de Sainte-Barbe, de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole nationale supérieure des Mines, Fernand-Raoul Duval vient d'être enlevé à sa famille, à ses amis, à ses camarades et à ses nombreux travaux, au moment où sa brillante carrière laissait entrevoir une longue suite de moissons fécondes pour les œuvres utiles dont il s'occupait avec tant de succès.

Après avoir débuté dans la vie industrielle comme Ingénieur de la Société des Pyrites cuivreuses de Tharsis, il revint en France pour diriger une des exploitations houillères de l'Aveyron.

En 1863, il devint membre de la Commission de vérification des comptes de la Compagnie Parisienne du Gaz, et en 1866 membre de son Conseil d'administration, dont il fut élu vice-président en 1884, et Président en 1887. Il déploya dans ces fonctions une intelligence supérieure et une activité extraordinaire.

En 1888, il était nommé Régent de la Banque de France; ce titre exceptionnel montre le haut degré d'estime que lui valaient ses qualités et son caractère.

Son esprit d'initiative, ses voyages et ses relations l'avaient amené à participer avec ardeur aux études du tunnel sous-marin projeté entre la France et l'Angleterre.

Il n'avait voulu rester étranger à aucune des questions vitales du pays; il dirigeait lui-même ses importantes exploitations agricoles et il dut à leurs progrès la croix de chevalier de la Légion d'honneur et sa nomination, en 1880, de membre de la Société nationale d'Agriculture.

Au milieu de tant de travaux, il savait faire une part à ses anciens camarades; il fut un des bienfaiteurs de l'Association amicale des élèves de l'Ecole nationale supérieure des Mines, dont il présida l'assemblée générale en 1887.

Dans un discours qui restera comme un modèle de lumineuse sollicitude pour les jeunes Ingénieurs prêts à sortir de l'Ecole, il leur traçait alors leurs devoirs avec sa haute expérience et son grand cœur, en leur disant de rester toujours fidèles aux enseignements de l'Ecole et au culte de ses éminents Professeurs, il leur esquissait de main de maître, le tableau des progrès auxquels il avait assisté, et, on peut ajouter, participé, depuis sa sortie de l'Ecole en 1857, c'est-à-dire dans les trente dernières années au moment où il parlait.

La conclusion de son analyse était la nécessité de la marche en avant, sous peine d'arrêt et de recul; mais il ne voyait pas de bonnes conditions de lutte dans le relèvement des barrières douanières.

Enfin, il n'oubliait pas les difficultés du problème ouvrier, en face des transformations de l'outillage industriel moderne, et il faisait appel à la concorde et à la modération pour assurer l'harmonie des intérêts et le respect des droits de chacun.

Il est bon de rappeler, en ces temps plus ou moins troublés, les précieux conseils d'un Ingénieur de talent et de cœur, qui, parvenu à une grande fortune, aurait pu, s'il n'eût été enlevé trop jeune à son pays, jouer un rôle important dans la solution des questions économiques et sociales.

H. Rémaury.

Léon Bour.

M. Bour, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de l'Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur, vient de mourir à Lyon après une très courte maladie.

Sa mort, après celle de M. Cornut, survenue il y a vingt jours à peine, laissera un très grand vide dans les Associations des propriétaires d'appareils à vapeur.

Depuis sa fondation, en 1876, l'Association lyonnaise, sous l'intelligente et laborieuse direction de M. Bour, s'est développée rapidement et, dans ces dernières années, elle a pris un essor considérable, elle compte actuellement 2 000 chaudières et s'étend dans seize départements.

M. Bour a toujours pris une part très importante aux travaux des Ingénieurs des Associations dans leurs réunions annuelles ; en 1888, il présenta un travail fort intéressant sur le fonctionnement des machines compound ; il a publié de nombreux comptes rendus d'explosions de chaudières.

Compère,
Ingénieur-Directeur
de l'Association parisienne des propriétaires
d'appareils à vapeur.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 22 janvier 1892.

M. Brull présente un résumé du *Traité pratique d'électricité* de M. Félix Lucas (1), en insistant sur des expériences de lumière à incandescence et sur des méthodes de calcul dues à l'auteur et fort curieuses.

Ensemble des lois et règlements appliqués en Allemagne à la propriété industrielle. — M. Casalonga examine d'une manière très complète les lois e règlements qui régissent en Allemagne les marques de fabrique, les dessins de modèles, les dessins d'utilité et les patentes.

M. Lippmann commence le *compte rendu de l'excursion faite par les membres de la Société en Hollande*, et rend hommage à l'accueil chaleureux fait par les Ingénieurs hollandais aux membres de la Société des Ingénieurs civils.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale

Séance du 11 décembre 1891.

Analyse des alcools. — M. Emile Gossard, maître de conférences à la faculté de Caen, fait une communication sur une méthode et un appareil de son invention pour l'analyse quantitative et qualitative des liquides alcooliques et autres.

Cet appareil a pour objet spécial de reconnaître dans les spiritueux du commerce et les boissons alcooliques, la présence et la quantité de substances autres que l'alcool vinique, et d'une manière plus générale, il permet, par un procédé d'analyse simple, sensible et précis, de déceler les falsifications ou altérations d'un très grand nombre de corps liquides ou fusibles.

La méthode repose sur les lois nouvelles d'un phénomène moléculaire, le roulement d'un liquide sur lui-même.

On peut, grâce à lui, doser exactement $^1/_{100}$°, $^1/_{200}$°, et par une rectification préalable, $^1/_{1000}$° de chaque impureté. C'est ce que l'auteur établit en démontrant expérimentalement les six principes suivants :

I. — Tout liquide peut être amené à rouler en gouttes sur lui-même, grâce au matelas de vapeur qui sépare la goutte et le support, saturés eux-mêmes de cette vapeur.

II. — Etant donnés deux liquides *purs* différents, à la température ordinaire, les gouttes de l'un ne roulent *jamais* sur l'autre, parce que le matelas de vapeur, protecteur de la goutte, est absorbé instantanément par le support vide de cette vapeur.

III. — Pour comprendre ces principes, il faut établir l'influence de l'impureté sur la goutte seule, le support seul, puis sur les deux.

A cet effet l'auteur prend comme exemple, pour le liquide principal, l'alcool vinique et comme impureté, l'alcool méthylique.

1° Tant qu'on introduit dans la goutte moins de $^1/_3$ d'alcool méthylique, il y a encore roulement, et pour plus de $^1/_2$ il y aura plongeons ;

2° Si on altère le liquide support seul, la sensibilité est déjà un peu plus grande ;

3° Maintenant, avec une goutte à $^1/_3$ d'alcool méthylique qui faisait le plongeon dans l'alcool pur, on obtient au contraire le roulement sur l'alcool du vase dès qu'il renferme $^1/_{20}$ d'impureté méthylique.

De là le principe :

Pour reconnaître une impureté dans un liquide, on fait un mélange de ce liquide principal et d'une portion notable de l'impureté (de $^1/_{10}$ à $^1/_{12}$) et on a ainsi un réactif : 1° qui fait le plongeon dans le liquide principal pur ; 2° qui roule sur le liquide principal ou liquide d'essai pour $^1/_{15}$ ou $^1/_{30}$ d'impureté dans le vase.

IV. — On peut exagérer à volonté et dans de larges limites, la sensibilité du réactif gouttes, en y diminuant la proportion d'impureté et en rendant le liquide visqueux (par acide citrique, glycérine, etc.) de façon qu'il puisse révéler au choix $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{100}$, $^1/_{200}$, etc., de l'impureté.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 13, p. 213.

V. — Dans le cas d'un réactif déterminé, il y a roulement limite caractéristique, par moitié des gouttes et à mi-course, pour $^1/_{11}$ de cette impureté dans la liqueur d'essai. Il y a au contraire roulement facile général pour une dose de $^1/_{20}$ plus grande, roulement nul pour une dose de $^1/_{20}$ plus petite.

VI. — Vis-à-vis de son réactif (goutte roulante), chaque impureté se comporte comme si elle était seule.

Pour doser directement les 4 centièmes d'impuretés dans un liquide alcoolique, par exemple, on prend un centième de ce liquide, que l'on dilue dans l'alcool visqueux pur jusqu'à 4 centimètres cubes, afin de constater le roulement limite avec le réactif au centième.

Ainsi, avec un centimètre cube d'un méthylène à 23 °/₀ d'acétone, on aura roulement sur une dilution à 20 centimètres cubes, roulement limite sur une dilution à 23 centimètres cubes, plongeons sur une dilution à 26 centimètres cubes. On procédera de même avec un alcool dénaturé.

Mais, pour un alcool fraudé ou mal rectifié, il faudra concentrer les impuretés de tête et de queue, dans le premier ou le dernier dixième de liquide distillé, par une rectification avec déphlegmateur.

On a donc ajouté dans le nécessaire un petit appareil rectificateur, robuste, construit en cuivre et laiton, composé d'une marmite de 100 centimètres cubes, un déphlegmateur, un réfrigérant et une éprouvette graduée.

Cette méthode s'applique aux essences, celles qui coûtent cher étant si souvent falsifiées par celles à bon marché.

Cette méthode physique d'analyse, par roulement de gouttes ou par homéotropie, a donc deux avantages :

1° Permettre à tout le monde de reconnaître la pureté ou l'impureté d'un liquide, en faisant de la chimie sans le savoir, ou du moins en faisant de la chimie commode, puisque chaque impureté devient ici son propre réactif, se décèle par elle-même ;

2° Permettre, d'autre part, aux chimistes de profession de reconnaître la falsification d'un liquide par son plus proche parent, distinction souvent très laborieuse, quelquefois même impossible dans l'état actuel de la science.

Secretage des poils à feutre. — M. Emile Burg fait une communication sur un nouveau procédé de secretage sans mercure des poils destinés à la fabrication des feutres. Il est arrivé aux mêmes résultats qu'avec le nitrate acide de mercure au moyen d'une dissolution dont il donne la formule.

Par la composition même de ses éléments puissamment antiseptiques, ce liquide secréteur assainit et purifie l'air des usines et ateliers.

Le côté pratique est prouvé par des feutres et des chapeaux obtenus sans mercure que M. Burg montre à la Société.

M. Burg a présenté d'intéressants échantillons de poils traités par son procédé, depuis la peau après la première opération du secretage jusqu'au chapeau prêt à mettre sur la tête.

En dehors de la question humanitaire, l'économie procurée par l'application de ce procédé serait très importante pour le préparateur des poils et pour le chapelier.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel populaire des premiers soins à donner aux malades et aux blessés. — Société française d'hygiène, 30, rue du Dragon, à Paris. — Prix : **0** fr. **60** c.

A la suite d'une communication faite par notre collègue M. E. Cacheux à la Société française d'hygiène, pour nous rendre compte des services rendus par les sauveteurs à l'étranger, notamment en Allemagne et en Angleterre, cette association organisa un concours dans le but de faire connaître la meilleure marche à suivre pour secourir les malades et les blessés avant l'arrivée du médecin. Vingt-six concurrents ayant répondu à l'appel de la Société d'hygiène, cette dernière nomma une commission qui rédigea le Manuel populaire des premiers soins à donner aux malades et aux blessés avant l'arrivée du médecin.

Nous recommandons vivement ce petit opuscule aux lecteurs de notre journal, car il indique d'une manière claire et précise les pratiques vicieuses qu'il faut éviter et le traitement rationnel conforme aux données de la science moderne qu'il y a lieu de faire suivre aux blessés.

Un tableau qui accompagne la brochure, résume son contenu d'une façon assez claire pour que la Société française de sauvetage l'ait fait afficher dans tous ses postes.

Fabrication des tubes sans soudure, procédé Mannesmann. Conférence faite à la Société des Ingénieurs allemands, par F. Reulaux, traduction de M. Firminhac, Ingénieur. Brochure. — Librairie Gauthier-Villars et fils.

La librairie Gauthier-Villars et fils a récemment publié une traduction d'une conférence du plus haut intérêt faite à la Société des Ingénieurs allemands, par M. F. Reulaux, sur le procédé Mannesmann pour la fabrication des tubes sans soudure.

Ce procédé consiste à étirer héliçoïdalement les couches extérieures d'un lingot porté au rouge, de manière à le contraindre à s'évider lui-même centralement et à se transformer ainsi en un tube d'une contexture toute spéciale. On peut arriver ainsi, en ne commençant l'étirage qu'après avoir laissé passer une portion du bloc, à produire une cavité intérieure, fermée aux deux extrémités, et ce n'est pas un des résultats les moins inattendus de la fabrication que de constater à l'analyse que cet espace est, non pas *vide*, mais rempli d'un mélange gazeux composé de 99 °/₀ d'hydrogène et de 1 °/₀ d'azote.

M. Reulaux a décrit d'une façon fort claire les principaux détails de cette industrie toute spéciale, et qui a nécessité la création de toutes pièces d'un matériel entièrement nouveau. Des figures schématiques accompagnent le texte et achèvent de donner le plus vif intérêt à la lecture de cette trop modeste brochure.

R. A.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1892. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1892. — Prix : **1** fr. **50**.

Outre les renseignements pratiques qu'il contient chaque année, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1892 renferme des articles dus aux savants les plus illustres sur les Monnaies, la Statistique, la Géographie, la Minéralogie, etc., enfin les Notices suivantes : Notice sur la 3e réunion du Comité international permanent, pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, à l'Observatoire de Paris, en avril 1891 ; par le contre-amiral Mouchez. — Notice sur la Lune et son accélération séculaire ; par F. Tisserand. — Session de l'Association géodésique internationale, tenue à Florence, le 8 octobre 1891, par A. Bouquet de la Grye. — Les Observatoires de montagne. Un Observatoire au Mont-Blanc ; par J. Janssen. — Sur la Mire lointaine de l'Observatoire de Nice ; par A. Cornu. — Discours prononcés à l'inauguration de la statue du chevalier de Borda, à Dax, le dimanche 24 mai 1891 ; par A. Bouquet de la Grye et le vice-amiral Paris. In-8° de v-876 pages, avec figures et 2 cartes magnétiques.

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 7, du 13 février. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin ; un an, **24** francs ; six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire : Le support Hicks ; — Nouveau procédé de clairçage du sucre.

Brevets français : Fabrication du paraphénétol ; — Nouveaux composés solides de trioxyde ; — Neutralisation des lessives de savonnerie ; — Fabrication du blanc de zinc ; — Fabrication de la nitrocellulose ; — Extraction de l'oléine du suif ; — Distillation des hydrocarbures liquides ; — Vulcanisation du caoutchouc ; — Bouchon de sûreté ; — Capsule inviolable ; — Fermeture de boîtes à conserve ; — Stérilisation du lait ; — Sucre candi ; — Extraction des matières grasses ; — Purification et décoloration des mélasses.

Brevets américains : Composé de brome ; — Composé de résine ; — Fabrication de nouveaux explosifs ; — Capsule pour médicaments.

Académie des Sciences : Sur le déplâtrage des vins par la strontiane, par M. Duclaux.

Société anglaise de l'industrie chimique : Les composés gazeux produits par la roburite, la bonite, par M. P. Bedson.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 16. N° 506. Samedi 20 Février 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Navire de haute mer construit en deux tronçons séparables, p. 253. — **Chemins de fer** : Le chauffage des trains de chemins de fer (*planche XVII*), p. 254 ; Max DE NANSOUTY ; — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 256 ; H. HEUDE ; — Modifications de la tarification de grande vitesse, p. 258. — **Métallurgie** : Note sur les résistances à la traction, allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer, p. 259 ; MUSSY. — **Études économiques** : Ecole des sciences politiques. Conférences sur les questions ouvrières. Conférence d'ouverture du 12 janvier 1892, p. 262 ; E. CHEYSSON. — **Mécanique** : Marteau-pilon pneumatique pour poser les bandages de roues, p. 264 ; — Grand volant à engrenages, p. 264. — **Machinerie théâtrale** : La traversée du Niagara au théâtre de la Gaîté, p. 265 ; G. VITOUX. — **Électricité** : Les tramways électriques du West End, à Boston, p. 265 ; F. DESQUIENS. — **Informations** : Quantité de travail fournie par un ouvrier en Amérique du Nord et en Europe, p. 266 ; V. TURQUAN ; — Exposition de Chicago, p. 266 ; — Le concours agricole de Paris, p. 267 ; R. LEZÉ ; — Nouveau procédé de conservation des viandes, p. 267 ; — Emploi du nickel pur pour la construction des mesures de capacité, p. 267 ; — Concours de la Société française d'hygiène en 1892 et 1893, p. 267.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences, séance du 4 janvier 1892, p. 268 ; G. PETIT. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, décembre 1891, p. 268. — Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'Arts et Métiers, p. 268
BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 268.
Planche XVII : Le chauffage des trains de chemins de fer. Thermo-siphon de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

CONSTRUCTIONS NAVALES

NAVIRE DE HAUTE MER
construit en deux tronçons séparables.

La navigation prend chaque jour une importance plus considérable sur les grands lacs intérieurs de l'Amérique du Nord, et tout un réseau de canaux a été construit pour les relier entre eux par des voies navigables et permettre aux bateaux qui les fréquentent, d'atteindre le Saint-Laurent. Mais, malgré les perfectionnements successifs apportés aux canaux de jonction, tant au point de vue de l'approfondissement que de l'accroissement des dimensions des écluses, ils ne peuvent encore donner passage qu'à des bâtiments d'assez faible tonnage, ce qui empêchait jusqu'ici les chantiers de construction des ports situés sur les lacs, d'entreprendre la construction de bateaux de fort tonnage.

Pour éviter cet inconvénient, MM. Wheeler et C°, de West Bay City (Michigan), ont eu l'idée de faire construire de grands navires séparables en deux parties qu'on puisse démonter à l'entrée du canal Welland, qui relie à Port Colborne les lacs Erié et Ontario, puis remonter dans les docks de Montréal. Au-dessous de cette ville, le Saint-Laurent peut être descendu jusqu'à la mer par des navires à fort tirant d'eau.

Le premier de ces bâtiments, le *Mackinaw*, vient d'être lancé sur le lac Michigan par la Saginaw Steel Steamship C°. Il a un tonnage brut de 3600 tonnes, 87 mètres de longueur, $12^m 25$ de largeur et $8^m 80$ de creux. La coque est entièrement en acier, avec un double fond pour water-ballast. Les machines sont à triple expansion, avec chaudières en tôle ondulée capables de fournir la vapeur à une pression de $11^k 25$.

Le *Mackinaw* a quitté le chantier de construction dans les derniers jours d'octobre 1890, et a été amené à Buffalo par ses propres machines à la vitesse de 12 nœuds à l'heure. Là, on l'a placé sur une cale bien savonnée (fig. 2), puis on a coupé l'une des files de rivets tout le long du maître-couple, en suivant la ligne brisée formée par les joints des feuilles de tôles. On a ensuite fermé chacune des deux

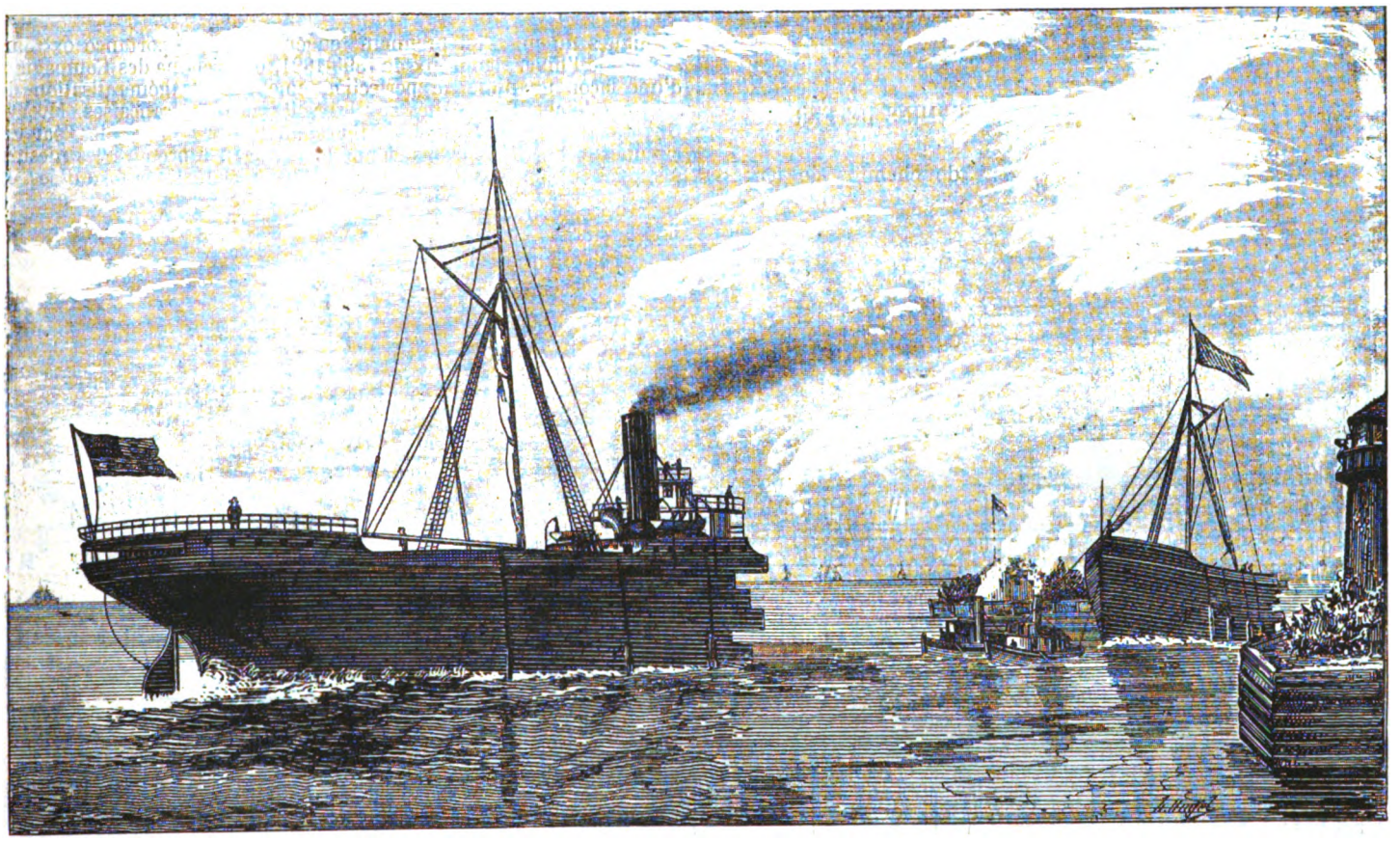


FIG. 1. — Navire de haute mer, construit en deux tronçons séparables.

parties par une forte cloison étanche posée en arrière de ces joints, et en appliquant un palan à l'étambot du navire qui se trouvait à l'avant de la cale, on a fait glisser l'une des parties jusqu'au bassin. Les abouts des tôles mis à nu sont protégés par des madriers en chêne. Le même moyen a été ultérieurement employé pour la seconde partie.

Celle-ci, qui porte les machines, est très convenablement équilibrée sans avoir besoin de la lester, car ses tirants d'eau sont de $2^m 80$ à un bout et de $2^m 775$ à l'autre. La première partie a dû recevoir 100 tonnes de lest à l'arrière, et ses tirants d'eau sont de $2^m 45$ de ce côté et de $1^m 95$ à l'avant.

Le bâtiment ainsi coupé en deux, a été amené jusqu'à l'ouverture du canal Welland, et a descendu le lac Ontario, la partie arrière sous l'impulsion de ses propres machines à raison de 70 tours d'hélice par

Digitized by Google

minute, et en marchant poupe en tête; l'autre a été remorquée comme l'indique la figure 1. Après avoir traversé sans encombre 43 écluses et plusieurs rapides, elles sont toutes deux arrivées à Montréal, au bout de 11 jours. Là, on a fait l'opération inverse de celle qu'on avait exécutée à Buffalo. Les deux tronçons, montés sur les longrines bien savonnées, ont été ramenés et emboîtés l'un sur l'autre sans difficulté, et on les a rivés à nouveau. Le navire remis à flot a descendu ensuite le Saint-Laurent et conduit sa cargaison à New-York.

L'idée de MM. Wheeler et C° n'est pas nouvelle, comme paraît le croire notre confrère américain. Nous pouvons citer notamment les chantiers de la Compagnie du Creusot, à Châlon-sur-Saône, qui emploient fréquemment le même procédé pour amener jusqu'à Lyon des bateaux dont les dimensions totales sont supérieures à celles des écluses qu'ils avaient à traverser.

G. F.

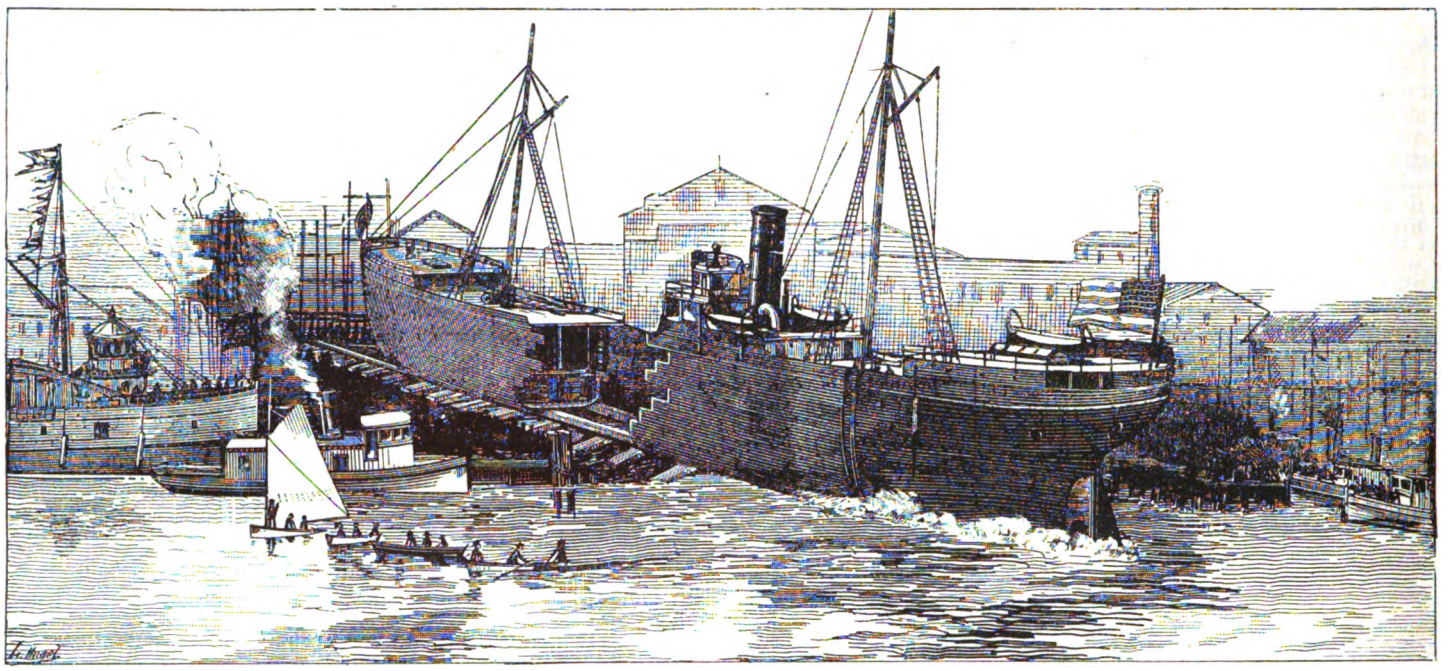


FIG. 2. — Lancement du navire construit en deux tronçons séparables.

CHEMINS DE FER

LE CHAUFFAGE DES TRAINS DE CHEMINS DE FER

(Planche XVII.)

La question du chauffage des wagons de chemins de fer est une de celles qui intéressent le plus le public, et c'est à juste titre, à notre époque où la circulation devient chaque jour de plus en plus active sur les voies ferrées; le bon état et les conditions hygiéniques du matériel prennent, en effet, une importance extrême.

Lors de l'hiver rigoureux de 1890-1891, on réclama des Compagnies, d'une façon unanime, le perfectionnement et la généralisation des moyens de chauffage usités sur les voies ferrées françaises. M. Yves Guyot, Ministre des Travaux publics, invita les Compagnies, par une circulaire dont nous avons donné le texte (1), à prendre les mesures nécessaires pour donner satisfaction aux réclamations formulées. La voix du Ministre a été entendue et l'on a pu constater de sérieux

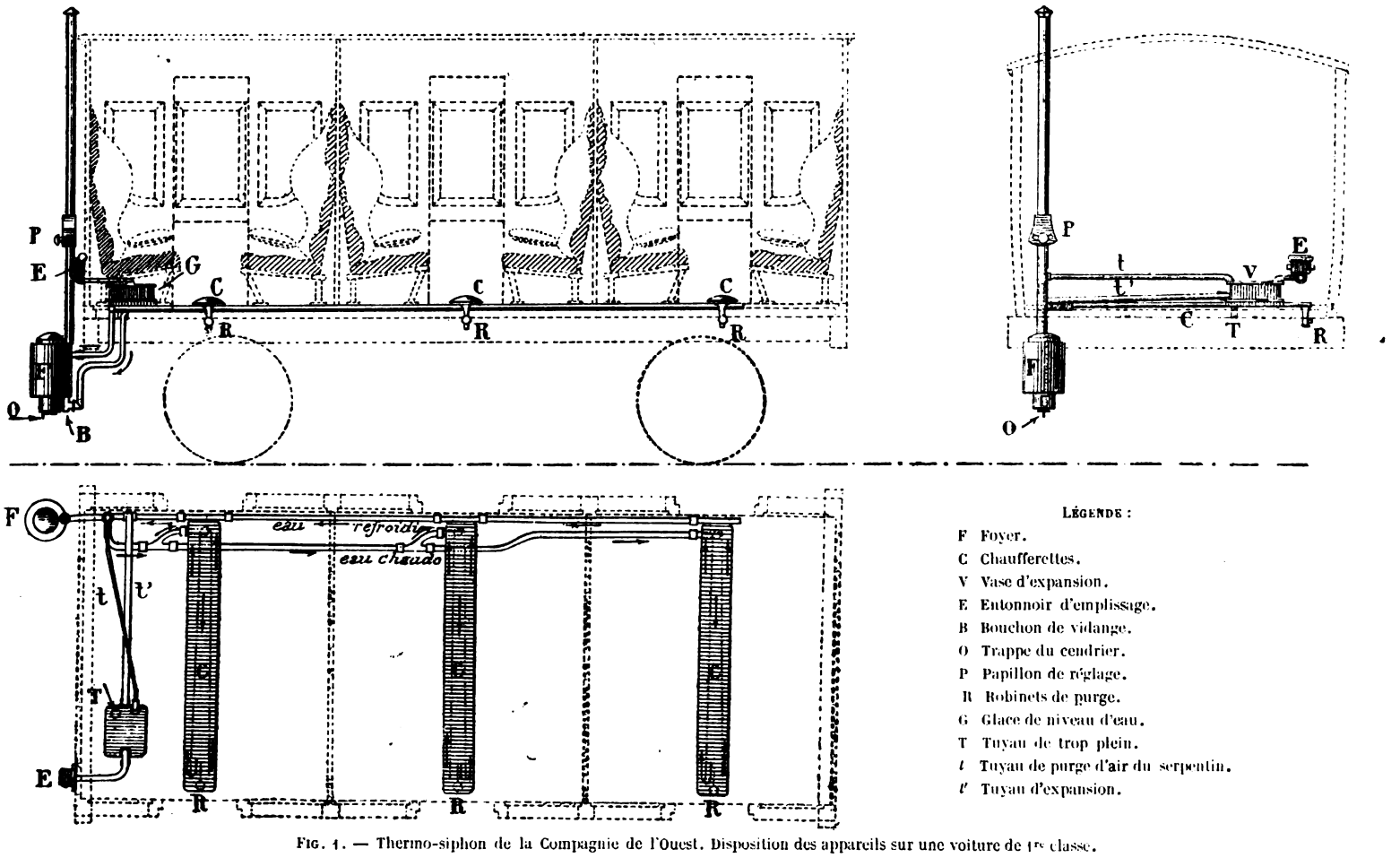


FIG. 1. — Thermo-siphon de la Compagnie de l'Ouest. Disposition des appareils sur une voiture de 1re classe.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIX, n° 15, p. 245.

Digitized by Google

et utiles progrès pendant le cours de l'hiver 1891-1892 qui prend fin en ce moment; aucune réclamation nouvelle n'a été formulée, grâce aux mesures prises par les différentes Compagnies et grâce aux modifications qu'elles ont apportées dans leurs moyens d'action au point de vue du chauffage. Nous nous proposons de relater ici ce qui a été fait dans ce sens et de signaler les améliorations apportées.

On objecterait à tort, en présence des résultats obtenus, que l'hiver de 1891-1892 n'a pas été particulièrement rigoureux et que la solution du problème s'est trouvée, de ce fait, facilitée. Le chauffage des wagons de chemins de fer n'est pas destiné, en effet, à répondre à ce que l'on peut désigner par le « froid », c'est-à-dire à la rigueur extrême de la température au-dessous du zéro du thermomètre; appelé surtout à réchauffer les pieds des voyageurs, il prend sa raison d'être dès que la température s'abaisse dans les environs du zéro. Un hiver seulement banal pour les météorologistes et sans grande rigueur, ce qui est le cas de l'hiver que nous venons de traverser, lorsqu'il est prolongé, donne tout autant et même plus d'embarras aux Compagnies qu'un hiver à grands froids. Nous disons : « plus peut-être », car, d'une part, les grands froids réduisent la circulation dans une certaine mesure et par conséquent diminuent le nombre des compartiments à chauffer; d'autre part, le voyageur qui réclame une bouillotte dès que la température vient à s'abaisser, en repousse énergiquement le contact dès que la température s'élève. Il faut donc tenir compte des caprices de la climatérie dans les hivers incertains, ce qui est une cause de préoccupations incessantes pour le personnel dirigeant.

Quoi qu'il en soit, ainsi que nous le disions plus haut, l'hiver de 1891-1892 se sera passé sans amener de réclamations, grâce aux mesures intelligemment prises par nos Compagnies sur l'initiative de M. le Ministre des Travaux publics. Les anciens moyens de chauffage ont été, ou augmentés, ou améliorés, et l'on en a ajouté de nouveaux.

Nous commencerons cette petite revue des progrès accomplis, par la description du thermo-siphon étudié par la Compagnie de l'Ouest. Compagnie de banlieue par excellence, l'Ouest avait à résoudre de sérieuses difficultés pour chauffer les nombreux compartiments de ses wagons sur les faibles trajets autour de Paris : le chauffage par thermo-siphon appliqué à un grand nombre de wagons de 1re classe, en rendant libres de nombreuses bouillottes à eau chaude utilement employées pour les autres catégories de wagons, a résolu le problème. Ajoutons que ce mode de chauffage, satisfaisant et régulier, est fort apprécié par les voyageurs des 1res classes; le résultat est donc tout à fait satisfaisant.

Rappelons tout d'abord, en deux mots, l'historique de la question en renvoyant, pour les détails, aux articles publiés l'an dernier à ce sujet par le *Génie Civil* (1), aux articles publiés depuis 1876 par la *Revue générale des Chemins de fer* (2), au savant ouvrage de M. Regray, publié avec la collaboration de MM. Salomon et Flaman (3), et enfin à celui de M. G. Humbert (4), Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ce n'est que depuis 1875, c'est-à-dire depuis le vote des conventions avec les différentes Compagnies, que le chauffage de toutes les classes des wagons a été décidé en principe. En 1879, une circulaire ministérielle édictée d'après l'avis du Comité de l'exploitation technique des chemins de fer, invitait les Compagnies à faciliter cette extension. En 1887, le Congrès international des Chemins de fer dans sa réunion de Milan revenait sur la question et la mettait à l'ordre du jour.

Les différents modes de chauffage actuellement usités se divisent en deux groupes :

1° Les appareils à *chauffage intermittent*, bouillottes et chaufferettes;

2° Les appareils à *chauffage continu*, comprenant les poêles et les appareils à circulation d'air chaud, d'eau chaude et de vapeur. C'est dans cette deuxième catégorie d'appareils que la Compagnie de l'Ouest a réalisé une installation spéciale.

Thermo-siphon de la Compagnie de l'Ouest (pl. XVII). — Le thermo siphon de la Compagnie de l'Ouest, dont notre planche donne les détails, se compose d'un foyer placé à l'extérieur de la voiture. A ce foyer aboutissent les tuyaux d'aller et de retour de l'eau aux chaufferettes, installés dans un caisson courant à l'intérieur du plancher. Les chaufferettes, de faible épaisseur, ne font pas saillie sur les bandes de tapis fixées sur le plancher.

Un vase d'expansion, en communication avec la tuyauterie, possède une tubulure aboutissant à l'extérieur de la voiture, de manière à servir d'appareil de sûreté au cas où la température de l'eau serait portée jusqu'à l'ébullition.

Le remplissage des chaufferettes se fait par le vase d'expansion, qui possède, à cet effet, une tubulure traversant le panneau de bout de la voiture et par laquelle on verse l'eau. Le foyer étant également extérieur, l'entretien de l'appareil se fait complètement en dehors de la voiture, sans bruit, et sans qu'on ait besoin de déranger les voyageurs.

Le foyer se compose d'une enveloppe isolante à l'intérieur de laquelle se trouve un serpentin en cuivre. L'eau circule dans ce ser-

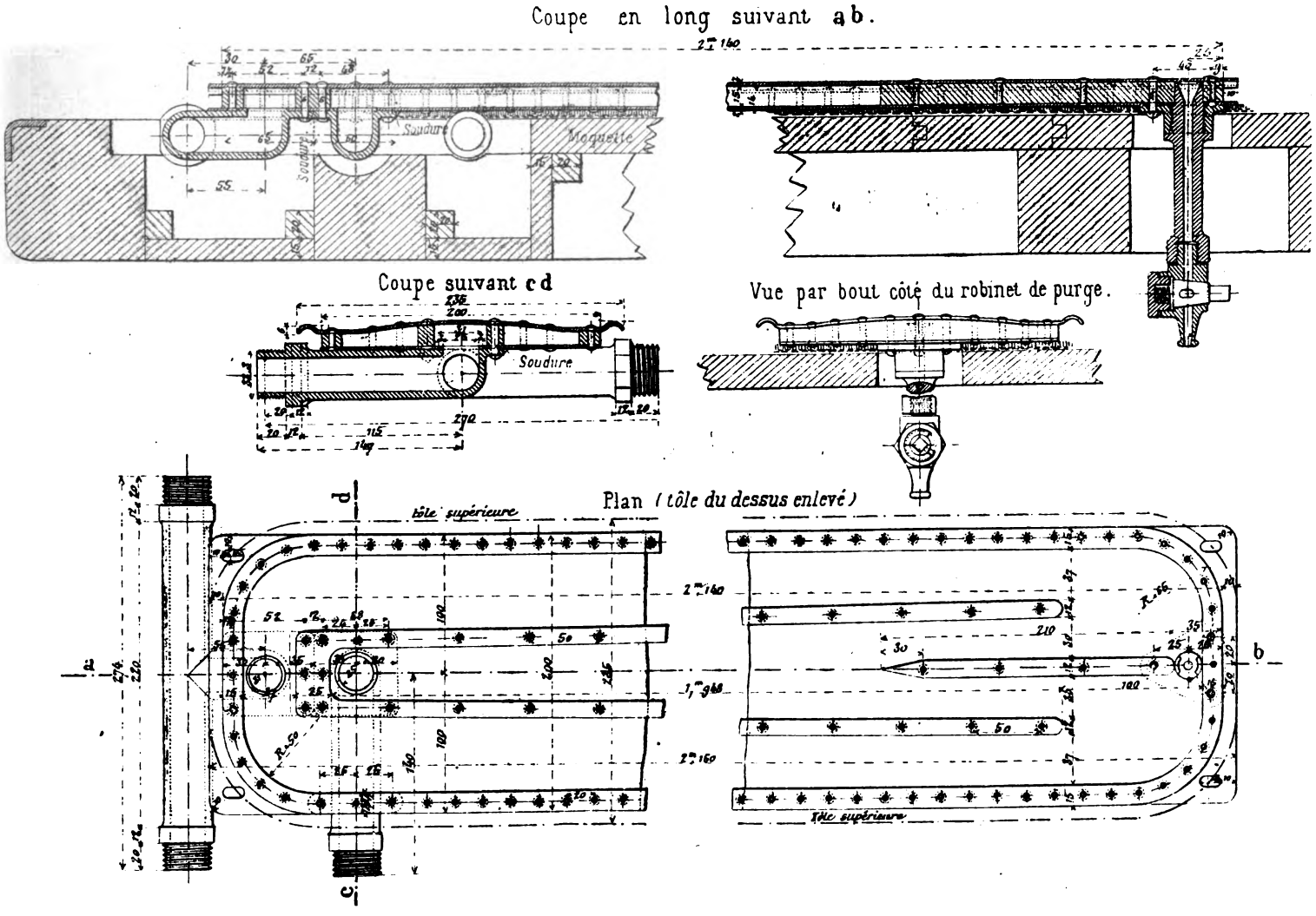


FIG. 2. — Thermo-siphon de la Compagnie de l'Ouest. Coupes et plan de la chaufferette.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 15, p. 234 et n° 16, p. 251.
(2) Veuve Dunod et Cie, éditeurs, Paris.
(3) Dunod et Paul Dupont, éditeurs, Paris.
(4) Baudry et Cie, éditeurs, Paris.

Digitized by Google

pentin; elle est chauffée par du charbon de Paris placé dans un panier mobile en tôle perforée descendant à l'intérieur du serpentin. Les trous n'existent que sur un tiers de la hauteur du panier, de manière à limiter la zone en combustion et à permettre de constituer ainsi une réserve de combustible.

Ce panier peut contenir 2kil 500 de charbon de Paris en rondins. Il suffit de procéder aux chargements toutes les 4 heures environ. Ainsi dans les parcours faits entre Paris et le Havre par les trains express, on a constaté pour des voitures de 1re classe à 3 compartiments que l'on pouvait effectuer le voyage complet sans recharger le foyer.

Un papillon placé dans la cheminée permet de faire varier la température de l'eau des chaufferettes suivant la température extérieure. Grâce à ce papillon, la température des chaufferettes peut être rapidement modifiée et réglée : le volume d'eau contenu dans tout l'appareil est, en effet, très faible (24 litres); de plus, la nature du combustible permet facilement d'activer ou de modérer l'intensité du feu. Par les temps froids, la température moyenne sur les chaufferettes atteint facilement 65°, et par les températures douces on peut obtenir seulement 35° à 40°.

Il est à remarquer que le foyer du thermo-siphon Ouest nécessite beaucoup moins de combustible que ceux des appareils en service sur d'autres Compagnies. Ce foyer, disposé à l'extérieur de la voiture, est enfermé dans plusieurs enveloppes, il ne contient que 2kil500 de charbon de Paris, dont le tiers seulement est en feu; dans ces conditions, les chances d'incendie sont pratiquement évitées.

Le thermo-siphon de la Compagnie de l'Ouest est construit de manière à permettre d'employer soit l'eau pure, et dans ce cas on ne laisse jamais éteindre le feu, soit, lorsqu'il y a économie à éteindre, une solution à 15 °/o de sel marin qui ne se congèle qu'à — 10° et qui n'a pas d'action sur les métaux (cuivre, plomb).

Il y a actuellement en service sur la banlieue 100 voitures munies de thermo-siphon; ces appareils sont maintenus constamment en feu ; la dépense du charbon de Paris varie de 8 à 9 kilogr. par 24 heures et par voiture.

L'étude de cet appareil, qui présente de sérieux perfectionnements sur les appareils du même genre usités en France et à l'étranger, a été faite par M. Ameline, Ingénieur du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest, avec le concours de M. Chevrier, Ingénieur-adjoint. Combiné avec un grand soin dans ses moindres détails, il est fort apprécié par les voyageurs de la banlieue de Paris, et l'on ne peut que souhaiter de le voir se généraliser par la suite.

(A suivre.) Max de NANSOUTY.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite [1]).

§ 2. — Système de la subvention fixe donnée par le département et les communes. — *N° 5. — Département des Vosges* (Ligne d'Etival à Senones). — Cette ligne, d'une longueur de 9 kilomètres en nombre rond, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 5 janvier 1882; elle a été mise en exploitation le 4 juin 1885.

D'après la loi et la convention annexée, le concessionnaire a été chargé de construire la ligne et de l'exploiter pendant 99 ans. Le Département lui a seulement abandonné :

Les subventions communales, industrielles et particulières, soit.	Fr.	162.343 [2]
Et une subvention forestière de		40.000
De plus, il lui a accordé une subvention départementale de		108.000
TOTAL.	Fr.	310 343

Enfin, il lui promettait la subvention à espérer de l'Etat.

Le capital de premier établissement était primitivement fixé à 1 028 000 francs, soit à 114 000 francs le kilomètre en nombre rond; mais, d'après les documents du Ministère, ce capital s'est élevé à 1 293 811 francs, soit à 143 757 francs par kilomètre.

Aucune formule d'exploitation n'a été prévue.

Voyons les résultats :

Les recettes kilométriques ont été les suivantes :

1886	Fr.	11.409
1887		11.790
1888		11.911
1889		12.162
1890		12.842

La garantie de l'Etat n'a jamais fonctionné, car, dès la première année, les recettes ont été suffisantes pour que l'expression :

$$(m + 500 - R) - G,$$

représentant le quatrième maximum de la circulaire de 1887, devienne négative.

Quant aux communes, aux particuliers et au département, ils ont payé une somme fixe de 310 343 francs ou 34 482 francs par kilomètre.

En admettant qu'ils aient emprunté cette somme au taux de 4,20 °/o, avec amortissement en 99 ans, ce que nous supposerons toujours pour avoir une comparaison entre les différentes lignes, l'annuité kilométrique aurait été de :

$$34\,482 \times 0.0427 = 1\,472.$$

On peut donc dire que les sacrifices consentis par le Département, les communes, etc., sont équivalents à une annuité kilométrique de 1 472 francs.

Le Département ne rentrera dans ses avances que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880.

Le capital réellement dépensé par le concessionnaire est égal à :

$$143.757 - 34.482 = 109.275 \text{ francs},$$

dont l'intérêt à 6 °/o est égal à	Fr.	6.556
Les dépenses d'exploitation en 1890, d'après les documents publiés, s'élèvent à $\left(\frac{82.035}{9} =\right)$		9.115
TOTAL.	Fr.	15.671

Comme les recettes ne s'élèvent qu'à 12 842 francs en 1890, il n'y a pas encore lieu d'appliquer l'article 15, mais il est possible que ce résultat se produise dans un avenir assez rapproché.

En ce qui concerne le concessionnaire, il ne réalise encore qu'un produit net kilométrique égal à :

$$12.842 - 9.115 = 3.727,$$

et comme il a dépensé 109 275 francs, il peut servir à son capital de premier établissement un intérêt égal à 3,41 °/o. Il a grand intérêt à développer le trafic.

On peut donc dire que l'opération a été bonne à tous égards.

N° 6. Département de la Manche. — Cette ligne, d'une longueur de 44kil016, avait été déclarée d'utilité publique par le décret du 14 avril 1877, antérieurement à la loi du 11 juin 1880. Mais un décret du 3 février 1883 a approuvé une rétrocession et lui a appliqué les dispositions de la loi de 1880. Elle a été mise en exploitation le 20 avril 1886.

D'après le décret et la convention annexée, le concessionnaire a été chargé de construire la ligne et de l'exploiter pendant 99 ans.

Le département s'est engagé à fournir les terrains, à donner au concessionnaire une subvention de 31 750 francs par kilomètre et lui abandonner des subventions communales s'élevant à 208 000 francs.

Toutes ces subventions, évaluées à plus de 2 millions et demi, ont été déclarées équivaloir à une annuité à 4 °/o s'élevant à 2 315 francs par kilomètre, conformément à l'article 12 du décret du 20 mars 1882.

Le concessionnaire devait, en outre, recevoir la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement a été fixé à 126 000 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 100 000 francs, soit à 2 272 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2300 + \frac{R}{3},$$

avec un minimum de 4 500 francs.

Voyons maintenant les résultats.

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales	Kilométriques
1887. . . . . Fr.	104.625 86	2.377
1888.	115.272 04	2.619
1889.	122.391 60	2.780
1890.	131.945 57 [1]	2.998

En ce qui concerne la subvention de l'Etat, elle a atteint le maximum de 100 000 francs (2 272 francs par kilomètre) jusques et y compris l'exercice 1889.

Si l'on fait, en effet, le graphique indiqué par la circulaire du 26 septembre 1887, on voit que le maximum résultant du décret de concession (2 272 francs par kilomètre) est inférieur au 2e maximum G (2 315 francs) ; qu'il faudra l'appliquer pour des recettes kilométriques inférieures à 2 912 francs, et qu'en ce point on rencontrera le 3e maximum

$$500 + \frac{m - R}{4}.$$

C'est donc ce dernier qu'il faut appliquer tant que les recettes seront comprises entre 2 912 francs et 6 913 francs, puis ensuite on appliquera le 4e maximum

$$m + 500 - R - G$$

quand les recettes seront comprises entre 6 913 francs et 8 185 francs.

Pour l'exercice 1890, les recettes ayant atteint 2 998 francs, c'est le 3e maximum qu'il faut appliquer.

$$500 + \frac{m - R}{4}$$

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 15, p. 238.

(2) Les prévisions étaient de 203 843 francs, en y comprenant 41 500 francs pour des embranchements industriels. Ces embranchements ayant été construits aux frais des intéressés et non de la Compagnie concessionnaire, les 41 500 francs n'ont pas été réalisés, en sorte que les subventions communales, industrielles et particulières ne se sont élevées qu'à 162 343 francs.

(1) Ce chiffre a été majoré d'une somme de 617 francs encaissée pour les manœuvres dans les gares de jonction. Cette somme avait été inscrite par la Compagnie en atténuation de dépense. D'après plusieurs décisions prises antérieurement, elle aurait dû être imputée en recette. (Rapport du 26 mai 1891 de la Commission du Conseil d'Etat chargée du règlement définitif du compte d'exploitation, en 1890, de la ligne de Valongues à Bardeur). En conséquence, les recettes de 1890 sont de 132 592 fr. 57 en totalité et de 3 012 francs par kilomètre.

Digitized by Google

ce qui donne $$\frac{12\,000 - 2\,998}{4} = 2\,250 \text{ fr. } 50$$

par kilomètre, soit 99 060 francs (1) en totalité.

Comme les recettes paraissent augmenter d'environ 200 francs par an, la subvention annuelle de l'Etat va donc diminuer de 50 francs par kilomètre ou d'environ 2 200 francs par an. Elle deviendra nulle quand les recettes atteindront 8 185 francs.

En ce qui concerne la subvention du département et des communes, les sacrifices qu'ils ont consentis en capital ont été transformés en une annuité à 4 % de 2 315 francs, ce qui correspond à un capital de 57 875 francs ; mais il paraît que les prévisions pour les achats de terrain ont été notablement dépassées; ce chiffre est donc un minimum.

Si le département et les communes avaient emprunté cette somme au taux de 4,20 % avec amortissement en 99 ans, ce que nous supposerons toujours pour avoir une comparaison entre les différentes lignes, l'annuité kilométrique aurait été de $57\,875 \times 0{,}0427 = 2\,471$ francs.

Il n'y aura pas lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880 pour le département, car cela a été formellement stipulé par le dernier paragraphe de l'article 2 de la convention. Le département ne rentrera donc jamais dans ses déboursés.

En ce qui concerne le concessionnaire, il ne doit pas gagner grand' chose sur son exploitation ; avec des recettes de 3 000 francs, il perd donc l'intérêt du capital qu'il a mis dans l'affaire; mais il aurait grand intérêt à augmenter le trafic, et en fait les recettes augmentent chaque année.

N° 7. Département des Landes (ligne de Sore à Luxey). — Cette ligne, d'une longueur de 8km 795 seulement, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 10 janvier 1885. Elle a été mise en exploitation le 6 septembre 1886.

D'après la loi et la convention, le concessionnaire a été chargé de la construction et de l'exploitation pendant une période d'environ quatre-vingt-quinze ans, puisque la concession des Landes doit prendre fin en même temps que celle de la Gironde. Il devait recevoir comme subvention fixe les sommes suivantes :

Valeur des rails et accessoires	Fr.	114.500
Terrains fournis par la commune de Luxey. . .		37.500
Somme d'argent payée par la même commune. .		50.000
TOTAL.	Fr.	202.000

Enfin, il touchera la subvention de l'Etat.

Le maximum du capital de premier établissement avait été fixé à 605 430 francs, soit à 68 830 francs le kilomètre, et le maximum de la subvention de l'Etat à 4 % du total auquel se montent les subventions communales ét départementales, soit à 8 080 francs; mais plus tard un arrêté ministériel a fixé à 403 430 francs les dépenses soldées au moyen des ressources du concessionnaire et à 179 500 francs celles fournies par le département et les communes.

Les dépenses de premier établissement sont donc aujourd'hui fixées à 582 930 francs en totalité, soit à 66 272 francs par kilomètre. La formule d'exploitation est la suivante : $F = 2\,300 + \frac{R}{3}$, avec minimum de 4 300 francs lorsque les recettes dépasseront 5500 francs. Pour des recettes inférieures, les frais d'exploitation sont fixés à 3 275 francs pour un train dans chaque sens, avec d'autres conditions assez compliquées, mais nous n'avons pas à nous en occuper, car elles n'ont pas été appliquées.

Voyons les résultats. Les recettes ont été les suivantes :

		Totales	Kilométriques
		—	—
1888.	Fr.	9.160	1.042
1889.		11.194	1.273
1890.		12.647	1.438

En ce qui concerne l'Etat, sa subvention a été réduite à 7 180 francs et cette réduction a porté sur la valeur nominale des terrains, 37 500 francs, que la commission locale de vérification des comptes a réduite à la valeur approximative de 15 000 francs. La subvention kilométrique de l'Etat est donc de 816 francs et ne variera pas d'ici longtemps, puisqu'en faisant le graphique de la circulaire de 1887, on voit qu'elle ne doit commencer à diminuer que lorsque le cinquième maximum I — G deviendra inférieur à G. Or, puisque F est fixe et égal à 4 300 francs tant que les recettes ne dépasseront pas 6 000 francs, on a : $I = 0{,}05 \times 66\,272 + 4\,300 - R$, ou $I = 7613{,}60 - R$, et par suite $I - G = 6797{,}60 - R$.

La subvention de l'Etat ne diminuera donc que lorsqu'on aura : $816 = 6797{,}60 - R$ ou $R = 5\,981$ fr. 60.

Au-dessus de 6 000 francs, il faudra appliquer la formule $F = 2\,300 + \frac{R}{3}$ et alors on aura $I - G = 4\,797{,}60 - \frac{2R}{3}$, et la subvention de l'Etat deviendra nulle quand on aura $R = 7\,196$ francs.

En ce qui concerne le département et les communes, ils ont donné en capital une somme fixe primitivement évaluée à 202 000 francs et réduite ensuite à 179 500 francs. S'ils avaient emprunté cette somme à 4 fr. 20 %, avec amortissement en quatre-vingt-dix-neuf ans, ce que nous supposerons toujours pour avoir une comparaison entre les différentes lignes, l'annuité totale aurait été de :

$$0{,}0427 \times 179\,500 = 7\,664 \text{ fr. } 65,$$

et l'annuité kilométrique de 871 francs.

(1) L'arrêté ministériel du 27 juin 1891 fixe à 98 899 fr. 86 la garantie due par l'Etat par application des conclusions du rapport de la Commission cité d'autre part. La différence est insignifiante.

Quant au concessionnaire, nous ne nous en occuperons pas, car sa concession dans les Landes est très peu importante par rapport à sa concession principale dans la Gironde.

En résumé, dans les Landes, et pour une recette de 1 438 francs en 1890 :

L'Etat paie par kilomètre	Fr.	816
Et le département.		871
TOTAL.	Fr.	1.687

On ne peut d'ailleurs tirer aucune conséquence de cette concession, qui est absolument secondaire et qui fait pour ainsi dire partie de la concession de la Gironde. On peut seulement remarquer que le département des Landes a bien fait de ne donner qu'une subvention fixe et de ne pas suivre le département de la Gironde. Sa subvention kilométrique est bien inférieure à celle qui est payée par ce dernier département.

§ 2 *bis.* — **Système de la construction par le département.** — *N° 8. Département d'Indre-et-Loire (Ligne de Ligré-Rivière à Richelieu).* — Cette ligne, d'une longueur de 15kil 615, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 26 septembre 1882, et elle a été mise en exploitation le 7 septembre 1884.

Aucun concessionnaire n'avait été désigné.

Le maximum des frais de premier établissement a été fixé à 1 400 000 fr., soit à 89 657 fr. 30 par kilomètre, et le maximum de la subvention de l'Etat à 40 000 fr., soit à 2 561 fr. 60 par kilomètre pour une durée de 74 années.

Le département a construit la ligne et a dépensé 1 115 000 fr. pour l'infra et la superstructure, non compris le matériel roulant, soit 71 405 fr. 70 par kilomètre. Il a chargé les chemins de fer de l'Etat d'exploiter la ligne, en régie, et au lieu d'acheter le matériel roulant, il le loue à l'Administration des chemins de fer de l'Etat moyennant un prix d'environ 8 000 fr. par an, soit 512 fr. 30 par kilomètre.

Voyons les résultats.

Les recettes et les dépenses d'exploitation (non compris les frais de location du matériel roulant) ont été les suivantes :

		Recettes.	Dépenses.
		—	—
1885	Fr.	3.094	3.700 »
1886		3.275	3.780 »
1887		3.105	3.574 »
1888		3.070	3.455 48
1889		3.150	3.397 40
1890		3.333	3.455 »

En ce qui concerne l'Etat, il a payé depuis 1885 des subventions variant entre 34 700 fr. et 28 800 fr., inférieures à son maximum (2 561 fr. 60 par kilomètre).

Si le département, au lieu de construire la ligne à ses frais, l'avait concédée avec garantie d'intérêt, toutes autres choses égales d'ailleurs, voici les calculs qui auraient été faits, pour 1888 par exemple :

L'insuffisance $$I = 0{,}05\ A + F - R$$

aurait été par kilomètre :

$$I = 0\,05 \times 89.657{,}30 + 3.455{,}48 - 3.070{,}29$$

ou $$I = 4.868$$

$$^1/_2\, I = 2.434$$

Mais ce maximum aurait été supérieur au deuxième maximum

$$500 + \frac{m - R}{4} = 3\,000 - \frac{R}{4},$$

qui, pour une recette de 3 070 fr. 29, est égal à 2 232 fr. C'est donc cette dernière subvention kilométrique que l'Etat aurait payée à un concessionnaire.

Au contraire, comme c'est le département qui a construit, la commission de vérification des comptes a appliqué l'article 12 du règlement d'administration publique du 20 mars 1882, et l'on a fait le calcul suivant :

L'annuité kilométrique au taux de 4 % correspondant au capital de premier établissement fixé à forfait à 89.657 fr. 30 est de . .	Fr.	3.586 29
Le déficit d'exploitation en 1888 est de 3.455 48 — 3.070 29 = ...		385 19
TOTAL.	Fr.	3.971 48

L'Etat en a payé la moitié, ou 1 985 fr. 74.

Ainsi, s'il s'était agi d'un concessionnaire, l'Etat aurait payé 2 232 fr. par kilomètre, mais comme il s'agit d'un département, il n'a payé que 1 985 fr. 74. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette anomalie.

On fera le même calcul pour 1890 :

Le déficit d'exploitation étant de 3 455 — 3 333. =	122 »
L'insuffisance sera de 122 + 3 586.29 = ...	3.708 29
L'Etat paiera la moitié ou.	1.854 15

Comme les recettes n'augmentent que très lentement (environ 1 % en 5 ans), il est probable que l'Etat paiera longtemps une somme à peu près équivalente.

En ce qui concerne le département, il a dépensé réellement 71 405 fr. 70 par kilomètre. En supposant qu'il ait emprunté cette

Digitized by Google

somme à 4 fr. 20 °/₀, avec amortissement en 99 ans, ce que nous ferons toujours pour avoir une comparaison :

Ce capital est représenté par une annuité de : 71.405 70 × 0,0427 = ... Fr.	3.049 02
En 1890 le Département a payé comme déficit d'exploitation par kilomètre 3.455 — 3.333 = ...	122 »
Il loue le matériel roulant aux chemins de fer de l'Etat, ce qui lui revient par kilomètre à	512 30
TOTAL . . . . . Fr.	3.683 32
Il a reçu de l'Etat en 1890.	1.854 15
Sa charge annuelle est donc de. . . . . Fr.	1.829 17

Naturellement le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent, afin que le déficit d'exploitation cesse et se transforme en bénéfice.

Ces résultats méritent d'attirer l'attention.

En premier lieu, le département paie une annuité inférieure à celle de l'Etat, ce qui paraît contraire à la loi. Cela tient tout simplement à ce que le capital forfaitaire de premier établissement a été fixé à 1 400 000 francs (ou 89 657 fr. 30 par kilomètre), que c'est ce chiffre qui sert de base à la subvention de l'Etat, que le département n'a dépensé que 1 115 000 fr. (soit 71 405 fr. 70 par kilomètre, non compris le matériel roulant), qu'il n'a pas payé ce matériel, qu'il le loue à l'exploitant, les chemins de fer de l'Etat, moyennant 8 000 fr. par an, ce qui représente à 4 °/₀ un capital de 200 000 fr. seulement, tandis que la différence entre 1 400 000 fr. et 1 115 000 fr. est de 285 000 francs.

Qu'en devons-nous conclure? C'est qu'avec un capital forfaitaire et un concessionnaire, le même fait ou un fait analogue aurait pu se produire, au grand avantage de ce concessionnaire dont on ne connaît toujours pas exactement les frais de premier établissement.

En second lieu, nous avons vu plus haut que, s'il s'était agi d'un concessionnaire, l'Etat aurait payé, en 1888, 2 232 fr. par kilomètre, et qu'avec le département il n'a payé que 1 985 fr. Cela tient évidemment à ce que les sacrifices du département en capital sont transformés en annuités au taux de 4 °/₀ seulement, tandis qu'avec un concessionnaire, l'Etat et le département garantissent 5 °/₀ du capital.

La chose est évidente *a priori*, mais il n'était peut-être pas inutile de montrer sur un exemple, que, d'après la loi et le décret de 1882, le département est puni d'avoir construit lui-même, bien que cependant presque tous ceux qui connaissent la question, soient d'avis de propager le système de la construction par le département comme étant le plus avantageux.

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

MODIFICATIONS DE LA TARIFICATION DE GRANDE VITESSE

Le dégrèvement de la grande vitesse sera inauguré le 1er avril prochain, malgré le retard d'un mois qu'a subi la promulgation du budget de 1892. Aucune modification, en effet, n'a été apportée à la date primitivement fixée pour l'entrée en vigueur de cette réforme. Les Compagnies de chemins de fer se mettent en état de faire face à toutes les nécessités de service qui pourront être la conséquence de dégrèvement au point de vue de l'accroissement du nombre des voyageurs et de l'augmentation du trafic des marchandises.

Pour en donner un exemple, nous citerons ce fait que les Compagnies ont commandé quatre cent quatre-vingt-deux locomotives nouvelles. En outre, quelques-unes ont fait des demandes de wagons en prévision du plus grand nombre de voyageurs à transporter.

Il résultera de cette mesure, dont l'application est due à l'initiative et à la persévérance de M. Yves Guyot, Ministre des Travaux publics, un redoublement de mouvement et d'activité des plus favorables à la prospérité nationale.

Nous ne croyons pas inutile, pour fixer les idées, de résumer ci-après, dans des tableaux très nets que l'on a bien voulu nous communiquer, l'économie générale de la nouvelle tarification. Ces tableaux parlent mieux aux yeux que tout commentaire et la conclusion s'en dégage d'elle-même.

1° *Voyageurs.* — Les bases anciennes étaient les suivantes :

1re classe	Fr.	0 1232 par kilomètre.
2e classe		0 0924 —
3e classe.		0 677 —

Elles deviennent, par suite de la suppression de l'impôt de 1871 (10 °/₀), et d'une réduction de 10 °/₀ en 2e et de 20 °/₀ en 3e classe, faite par les Compagnies :

1re classe	Fr.	0 112 par kilomètre.
2e classe		0 0675 —
3e classe		0 04298 —

Pour les billets d'aller et retour la formule ancienne était :

25 °/₀ de réduction sur les billets simples.

Elle devient :

25 °/₀ de réduction en 1re classe.
20 °/₀ — 2e classe.
20 °/₀ — 3e classe.

sur les nouveaux billets simples.

2° *Bagages, finances et chiens.* — Les taxes anciennes, impôts compris, étaient de :

Bagages	au-dessous de 40 kilogr. Fr.	0 55	par tonne et par kilom.
	au-dessus de 40 kilogr. . .	0 44	
Finances, par 1 000 fr		0 002772	
Chiens, à la tête		0 01848	

Sur ces transports, l'impôt de 1871 seul disparaît, les bases deviennent :

Bagages	de 0 à 40 kilogr . . . . Fr.	0 50	par tonne et par kilom.
	au-dessus de 40 kilogr. . .	0 40	
Finances, par 1 000 fr.		0 00252	
Chiens, à la tête		0 0168	

3° *Messagerie, denrées, animaux, voitures.* — Sur ces transports, tous les impôts (23,20 °/₀) disparaissent et, de leur côté, les Compagnies abaissent leur part ainsi que suit :

				Par tonne et par kilom.
Messageries	Prix anciens (impôts compris)	au-dessous de 40 kilogr. . . . . Fr.		0 55
		au-dessus de 40 kilogr.		0 44
	Prix nouveaux	au-dessous de 40 kilogr.	Barème dont la base décroît de 0 fr. 35 à	0 25
		au-dessus de 40 kilogr.	Barème dont la base décroît de 0 fr. 32 à	0 14
Denrées	Prix anciens (impôts compris)	au-dessous de 40 kilogr.		0 55
		au-dessus de 40 kilogr.	Barème dont la base décroît de 0 fr. 308 à	0 265
	Prix nouveaux	au-dessous de 40 kilogr.	Barème de la messagerie.	
		au-dessus de 40 kilogr.	Barème dont la base décroît de 0 fr. 24 à	0 105

	Prix anciens (impôts compris) par kilomètre.	Prix nouveaux par kilomètre.
Animaux de grande taille, à la tête. . Fr.	0 2464	0 16
Veaux et porcs, à la tête	0 09856	0 06
Moutons et brebis, à la tête.	0 04928	0 03
Voitures, à la pièce à un fond	0 616	0 40
Voitures, à la pièce à deux fonds. . . .	0 78848	0 50

Résumé. — Les avantages dont bénéficiera le public à différentes distances du fait de ces réductions sont indiqués dans les tableaux ci-après :

1° Billets simples.

Kilomètres.	Prix actuels. 1re classe.	2e classe.	3e classe.	Prix nouveaux. 1re classe.	2e classe.	3e classe.	Différences en moins. 1re classe.	2e classe.	3e classe.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
100	12,30	9,20	6,75	11,20	7,55	4,95	1,10	1,65	1,80
200	24,60	18,45	13,50	22,40	15,10	9,85	2,20	3,35	3,65
500	61,60	46,20	33,85	56 »	37,80	24,65	5,60	8,40	9,40
800	98,55	73,90	54,20	89,60	60,50	39,40	8,95	13,40	14,80

2° Billets d'aller et retour.

Kilomètres.	Prix actuels. 1re classe.	2e classe.	3e classe.	Prix nouveaux. 1re classe.	2e classe.	3e classe.	Différences en moins. 1re classe.	2e classe.	3e classe.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
100	18,45	13,80	10,15	16,80	12,10	7,90	1,65	1,70	2,25
200	36,90	27,70	20,25	33,60	24,20	15,75	3,30	3,50	4,50
500	92,40	69,30	50,80	84 »	60,50	39,40	8,40	8,80	11,10
800	147,85	110,85	81,30	134,40	96,75	63,10	13,45	14,10	18,20

3° Bagages, Finances et chiens.

Kilomètres.	Prix actuels. Bagages par 1 000 kilog. 0 à 40 kil.	au-dessus de 40 kil.	Finances par 1 000 francs.	Chiens à la tête.	Prix nouveaux. Bagages par 1 000 kilog. 0 à 40 kil.	au-dessus de 40 kil.	Finances par 1 000 francs.	Chiens à la tête.	Différences en moins. Bagages par 1 000 kilog. 0 à 40 kil.	au-dessus de 40 kil.	Finances par 1 000 francs.	Chiens à la tête.
	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr.c.
100	55	45,75	0,275	1,85	50	41,50	0,25	1,70	5	4,25	0,025	0,15
200	110	89,75	0,55	3,65	100	81,50	0,50	3,35	10	8,25	0,05	0,30
500	275	271,75	1,375	9,20	250	201,50	1,25	8,40	25	20,2	0,125	0,80
800	440	353,75	2,20	14,75	400	321,50	2 »	13,45	40	32,25	0,20	1,30

Digitized by Google

4° Messageries, Denrées.

Kilomètres.	Prix actuels.				Prix nouveaux.				Différences en moins.			
	Messagerie par 1 000 kilog.		Denrées par 1 000 kilogr.		Messagerie par 1 000 kilog.		Denrées par 1 000 kilogr.		Messagerie par 1 000 kilog.		Denrées par 1 000 kilogr.	
	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.	0 à 40 kilogr.	au-dessus de 40 kilogr.
	fr.	fr. c.	fr	fr. c.	fr.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr.	fr. c.
100.	55	45,75	55	32,55	35	38,50	35	25.50	20	12,25	20	7,05
200.	110	89,75	110	62,15	70	63,50	70	48 »	40	26.25	40	14,15
500.	275	221,75	275	143,45	163	149,50	163	112,50	112	72.25	112	30,95
800.	440	353,75	440	213.65	253	221,50	253	166.50	187	132,25	187	47,15

5° Animaux, Voitures.

Kilomètres.	Prix actuels.					Prix nouveaux.					Différences en moins.				
	Chevaux, Bœufs, etc.	Veaux et Porcs.	Moutons.	Voitures		Chevaux, Bœufs, etc.	Veaux et Porcs.	Moutons.	Voitures		Chevaux, Bœufs, etc.	Veaux et Porcs.	Moutons.	Voitures	
				à 1 fond.	à 2 fonds.				à 1 fond.	à 2 fonds.				à 1 fond.	à 2 fonds.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
100.	25,70	10.25	5,15	63.80	81.05	17	6,40	3,20	42	52	8,70	3,85	1,95	19,80	29.05
200.	50,35	20,10	10.05	125.40	159,85	33	12.40	6,20	82	102	17,35	7,70	3,85	43,40	57,85
500.	124,30	49,70	24,85	310,20	396,40	81	30,40	15,20	202	252	43,30	19.30	9,65	108,20	144,40
800.	198,20	79,30	39,65	495 »	632,95	129	48,40	24,20	322	402	69,20	30,90	15,45	173 »	230.95

N.

MÉTALLURGIE

NOTE SUR LES RÉSISTANCES A LA TRACTION

allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer.

Les producteurs de métaux, fers et aciers, utilisés dans le matériel des chemins de fer et les administrations publiques, ainsi que les consommateurs, se préoccupent avec raison des essais de toute nature faits sur ces matières; on cherche à les uniformiser, à les simplifier de façon à réaliser dans les meilleures conditions économiques de production les qualités strictement indispensables à leur emploi.

Une longue carrière industrielle a permis à l'auteur de cette note de relever à cet égard quelques faits intéressants, dégagés de toute considération théorique. En voici l'exposé sommaire.

Nous commencerons par l'étude des bandages en acier et notamment des bandages pour machines et tenders.

Nous prendrons pour point de départ les livraisons de bandages de machines faites à une Compagnie de chemin de fer par une usine métallurgique travaillant au four Siemens-Martin, de août 1887 à avril 1890, pendant 32 mois et par livraisons mensuelles sensiblement égales.

Les cahiers de charges du contrat exigent des essais au choc et des essais de barreaux à la traction; 182 bandages ont été éprouvés au choc, 405 barreaux ont été essayés à la traction à raison d'une moyenne d'environ 2 1/4 par bandage.

L'épreuve au choc consiste dans un minimum de résistance de 4 chocs d'un mouton de 1 000 kilogr. tombant de 5 mètres de hauteur.

A la traction, le minimum de résistance imposé pour moyenne de chaque série d'essais est de 52 kilogr. avec 16 °/₀ d'allongement, avec $R + A = 66$. Aucun résultat isolé ne doit donner moins de 50 de résistance ou 15 °/₀ d'allongement.

Des essais de traction sont faits sur barrettes de 200 millimètres de long avec 20 millimètres de diamètre; ces barrettes sont prises soit à l'extérieur du bandage, soit au roulement, soit dans le boudin.

Dans chaque essai à la traction, on a mesuré la résistance à la rupture du barreau, son allongement, sa limite d'élasticité au moyen d'un compas suivant les allongements progressifs, on a mesuré également la section de rupture, ce qui a permis d'établir la striction ou le rapport de la réduction de section au moment de la rupture à la section initiale du barreau.

L'aspect de la section de la barrette rompue est très variable : tantôt elle est à nerfs en forme de cuvette ou demi-cuvette, l'allongement des fibres extérieures du barreau a été en ce cas plus grand que celui des fibres internes; tantôt la cassure est à nerf en sifflet, le phénomène contraire se présentant dans les allongements relatifs des fibres intérieures et extérieures du barreau; tantôt la cassure est à grains et assez souvent encore mélangée de nerf et de grains.

Si on classe les bandages essayés par séries de dureté soit de résistance à la rupture, allant en progressant de 2 en 2 kilogr., limite la plus basse ou la plus douce jusqu'à 60 kilogr., note la plus dure trouvée aux essais, on constate les résultats moyens consignés aux tableaux suivants :

1° Cassure des barrettes à nerf en forme de cuvette.

Résistances par séries progressives	Charges à la rupture R	Allongement à la rupture A	Striction a la rupture S	Charges à la limite d'élasticité E
	kilogr.	°/₀	°/₀	kilogr.
De 50 à 52 . . .	51,5	23,5	47	29,2
52 54 . . .	52,9	22,3	46	29,6
54 56 . . .	55,2	21,3	44	30,3
56 58 . . .	57,1	20,7	46	31,1
58 60 . . .	59	19	38	33,5

Quelques rares résultats ont donné des limites de rupture entre 60 et 62 kilogr.; ils sont trop peu nombreux pour intervenir utilement dans ces comparaisons.

2° Cassure des barrettes à nerfs sous forme de sifflets.

Résistances par séries progressives	Charges à la rupture R	Allongement à la rupture A	Striction à la rupture S	Charges à la limite d'élasticité E
	kilogr.	°/₀	°/₀	kilogr.
De 52 à 54 . . .	52,8	18,8	46	29,8
54 56 . . .	55,4	17,5	35	31,3
56 58 . . .	56,8	18,3	37	31,6
58 60 . . .	59	19	49	33,5

Les résultats inférieurs à 52 kilogr. sont rares; les cassures en sifflets sont, du reste, moins fréquentes que celles en cuvettes.

3° Cassure des barrettes à grains.

Résistances par séries progressives	Charges à la rupture R	Allongement à la rupture A	Striction à la rupture S	Charges à la limite d'élasticité E
	kilogr.	°/₀	°/₀	kilogr.
De 52 à 54 . . .	53,4	17,2	24	29,0
54 56 . . .	55,0	16,2	19	30,9
56 58 . . .	57,1	16,9	22	30,7
58 60 . . .	59,0	16,2	19	32,2

Les cassures à grains, quoique moins fréquentes que celles à nerf, se produisent assez souvent.

Dans les cassures mélangées de nerf et grain, les résultats sont intermédiaires à ceux signalés ci-dessus.

L'examen de ces tableaux conduit aux observations suivantes :

Dans les cassures à nerf en forme de cuvettes, l'allongement diminue à mesure de l'accroissement de l'effort de rupture, mais dans une proportion moindre, de sorte que $R + A$ croît avec la résistance R; de 50 à 52 kilogr., $R + A = 75$, vers 60 kilogr. $R + A = 78$. Pour un accroissement de résistance de 8 kilogr., la diminution d'allongement est de 4 kilogr., soit moitié.

La striction croît avec l'allongement, mais dans une proportion plus rapide, soit environ le double; elle suit sensiblement la diminution de résistance, de sorte que $R + S$ est constant et voisin de 98.

Dans les épreuves au choc, tous les bandages par lesquels $R + S$ est constant, donnent satisfaction, et par suite, à l'usage, donnent un bon roulement.

Il n'est pas étonnant qu'en Allemagne, où l'étude des métaux à leur emploi est faite avec autant de soin, on ajoute une importance

Digitized by Google

réelle à la constance de ce rapport R + S qui, en bien des cas, sert de spécification du métal dans les cahiers des charges, pourvu que des limites minima soient imposées à la limite de rupture. Les variations de striction restent sensiblement proportionnelles aux variations d'allongement.

Ces variations d'allongement sont sensiblement moitié de celles en résistance à la rupture, celles de striction doubles de celles d'allongement et, par suite, les mêmes, et en sens inverse, de celles de résistance à la rupture.

Les résistances élastiques croissent avec les résistance à la rupture, mais moins rapidement, environ moitié moins vite. Pour 8 kilogr. d'accroissement à la rupture, on n'a guère que 4 kilogr. d'augmentation élasti que, soit moitié; les variations sont les mêmes, et en sens inverse, que celles en allongement. De sorte que si, en ce cas particulier des bandages pour machines, on a R + S = constante = 98, on a également E + A = constante = 52, soit un peu plus de la moitié de R + S.

Le tableau suivant représenterait sensiblement les quatre éléments des essais de traction, en arrondissant les principaux résultats :

Séries progressives	R par m/m carré de section de rupture R′	R	A	S	E	R + S	E + A
	Kilogr.						
De 50 à 52. . .	81	51	23	47	29	98	52
52 à 54. . .	81.500	53	22	45	30	98	52
54 à 56. . .	82	55	21	43	31	98	52
56 à 58. . .	82.500	57	20	41	32	98	52
58 à 60. . .	83	59	19	39	33	98	52
Variations extrêmes. . .	2	+ 8	— 4	— 8	+ 4		

La limite élastique mesurée au compas est toujours un peu supérieure à la limite réelle mesurée soit par des appareils à manomètre, soit par l'élasticimètre installé aux ateliers d'essai de la Compagnie P.-L.-M. par les soins de M. Néel.

A mesure que l'on dispose d'appareils plus perfectionnés pour la détermination des allongements en relation avec l'accroissement des charges, on arrive à abaisser la limite élastique.

D'après M. Néel, la différence des résultats obtenus peut atteindre 3 à 4 kilogr. pour les métaux très doux à résistance de rupture de 40 kilogr.

Dans ces conditions, on peut admettre les conclusions suivantes, du moins pour un métal fondu ordinaire de dureté moyenne, obtenu par le procédé Martin pour bandages :

$$R + S = \text{constante}$$
$$E + A = \text{constante};$$

de plus, pour les métaux très doux, la résistance élastique est sensiblement la moitié de la résistance à la rupture, et l'allongement moitié de la striction.

Pour les métaux de toutes duretés, les variations en résistance à la rupture sont doubles des variations élastiques, et les variations en striction doubles de celles en allongement, de façon à maintenir la constance des sommes R + S et E + A.

A mesure de l'accroissement de dureté du métal fondu, le rapport $\frac{E}{R}$ augmente, égal à $^1/_2$ pour le métal extra-doux ; il dépasse 55 % pour le métal à 60 kilogr. de résistance à la rupture. La striction diminue rapidement avec l'augmentation de $\frac{E}{R}$.

La mesure de la striction est d'autant plus essentielle qu'elle est liée non seulement à l'allongement, mais aussi à la résistance élastique ou plutôt au rapport de cette résistance élastique à l'effort de rupture.

La résistance élastique est, d'autre part, celle qui intéresse le constructeur bien plus que l'effort de rupture; il convient, en toutes circonstances, de ne jamais la dépasser, et son chiffre absolu serait essentiel à connaître. Sa détermination est toutefois très difficile avec les appareils d'essais courants en usage dans les usines et ateliers; aussi la spécification R + S qui en tient compte dans une certaine mesure, est-elle plus que toute autre de nature à préciser la valeur d'un métal fondu en tenant compte de l'allongement et de la limite d'élasticité. Elle est, par suite, précieuse pour la vérification des métaux livrés, et son adoption dans les cahiers de charges ne peut qu'être conseillée de préférence à l'allongement simple, qui est le plus fréquemment employé.

Les deux éléments de la formule R + S sont d'une détermination rapide et facile pour tous les appareils d'essai en usage.

En Allemagne, la spécification R + S est la seule admise pour livraisons de métaux aux chemins de fer avec un R minimum variable pour chaque produit, suivant le but auquel le métal est destiné.

En poursuivant dans ces conditions les éléments des tableaux précédents de façon à y comprendre les métaux très doux, on obtient les résultats donnés dans le tableau ci-après.

Au-dessous de 42 kilog. de résistance, le métal fondu ne présente plus qu'un intérêt médiocre. Le fer puddlé de bonne qualité donne couramment des résistances de 35 à 40 kilogr.

La colonne des limites élastiques doit être considérée comme donnant des chiffres relatifs comparables entre eux, mais non absolus. La mesure de cette limite élastique faite au compas présente des chiffres supérieurs aux chiffres réels obtenus avec des appareils perfectionnés, tels que l'élasticimètre Néel ; pour avoir les valeurs réelles de la limite élastique, il convient de retrancher 3 à 4 kilogr. de ceux indiqués au tableau et, dans ces conditions, pour l'acier extra-doux, la limite élastique est sensiblement la moitié de l'effort de rupture.

Efforts de rupture par séries successives.	Charges à la rupture. R	Allongement à la rupture. A	Striction. S	Charges à la limite d'élasticité. E	R + S	E + A
kilogr.	kilogr.	%	%	kilogr.		
De 60 à 58. . .	59	19	39	38	98	52
58 56. . .	57	20	41	32	—	—
56 54. . .	55	21	43	31	—	—
54 52. . .	53	22	45	30	—	—
52 50. . .	51	23	47	29	—	—
50 48. . .	49	24	49	28	—	—
48 46. . .	47	25	51	27	—	—
46 44. . .	45	26	53	26	—	—
44 42. . .	43	27	55	25	—	—
Variations extrêmes .	— 16	+ 8	+ 16	— 8	—	—

Toutes ces conclusions sont basées sur l'examen des barrettes dont la cassure est nerveuse en forme de cuvette ou demi-cuvette ; ce sont les essais normaux. La traction dans la machine d'essai se fait naturellement plus sentir au pourtour de la barrette qui est matériellement saisi par les pinces de la machine qu'à l'intérieur ; les fibres extérieures, plus entraînées par le travail de l'appareil que celles de l'intérieur, s'allongent davantage et donnent à la cassure l'aspect d'une cuvette.

Si les efforts de la machine sont mal répartis par suite de la position de la barrette ou du fonctionnement des attaches, et plus accentuées d'un côté que de l'autre, on peut obtenir la cassure en sifflet, qui est anormale, tenant plus au mode d'opérer défectueux qu'au métal, à moins que ce métal ne soit pas homogène dans la section de rupture, ce qui est également une condition anormale.

Si le métal a une soufflure ou quelque défaut d'homogénéité non apparent, quelque point dur, l'allongement des fibres se fait insuffisamment, et quoique la résistance soit sensiblement la même à la rupture, dans la cassure à grain, l'allongement et la striction sont toujours beaucoup moindres que dans la cassure à nerf.

Quoique cette cassure à grain soit encore assez fréquente, on peut la considérer dans une certaine mesure comme anormale dans les métaux doux, tenant surtout à quelque défaut d'homogénéité dans le métal de la barrette, défaut qui doit être évité dans une fabrication d'acier bien suivie et obtenue à température suffisamment élevée.

Dans la série des cassures à nerf en forme de sifflet, les limites d'élasticité pour les divers degrés de métal sont sensiblement les mêmes que dans les cassures à cuvette, la résistance élastique reste sensiblement la moitié de celle de rupture. Les allongements restent sensiblement constants de 18 à 19 %, quelle que soit l'échelle de dureté du métal; ils atteignent au plus le minimum de ceux donnés par les cassures à cuvette. Les strictions sont variables malgré la constance des allongements, elles réalisent encore dans une certaine mesure une certaine constante dans la spécification R + S.

Dans les cassures à grains pour lesquelles l'essai est incomplet, mais plutôt du fait du métal que du mode d'opérer comme dans le cas précédent, les allongements restent sensiblement les mêmes aux divers degrés de dureté du métal et ils sont très inférieurs à ceux des métaux les plus durs donnant des cassures en cuvette. Pour les aciers de 50 à 60 kilogr. de résistance à la rupture, l'allongement n'est guère que de 16 %, soit inférieur de $^1/_5$ à l'allongement de l'acier le plus dur ayant cassé en cuvette. La striction varie en raison inverse de la résistance, en restant la moitié de ce qu'elle est dans les cassures à cuvette; mais une tendance à la constance de la spécification R + S est encore bien nette. Dans ce cas particulier des bandages en acier pour machine, ce rapport R + S = 78, tandis qu'il atteignait 98 dans les cassures en cuvette. Les limites élastiques augmentent toujours avec les efforts de rupture et dans des proportions sensiblement les mêmes que dans les cassures en cuvette.

Si dans les résultats ainsi obtenus on cherche pour chaque variété de dureté de métal à mettre en évidence les conditions d'essai des aciers qui ont donné la striction la plus élevée en les comparant avec ceux ayant au contraire présenté la striction la moins grande, on constate les résultats suivants :

Cassures à nerf en cuvettes.

	R	A	S	E
Métaux de 52 à 54 kilogr. de R :				
Moyennes des conditions d'essai.	52,9	22,3	46	29,6
Conditions des barrettes à strictions inférieures à la moyenne	52,5	22,2	43	29,8
Conditions des barrettes à strictions supérieures	53,2	22,2	49	29,4
Métaux de 54 à 56 kilogr. de R :				
Moyennes des conditions d'essai.	55,2	21,3	44	30,3
Conditions des barrettes à strictions inférieures à la moyenne	54,9	20,4	41	30,1
Conditions des barrettes à strictions supérieures	55,5	22,1	47	30,4
Métaux de 56 à 58 kilogr. de R :				
Moyennes des conditions d'essai	57,1	20,7	46	31,1
Conditions des barrettes à strictions inférieures à la moyenne.	57,2	19,7	44	31,6
Conditions des barrettes à strictions supérieures	57,1	21,4	48	30,6
Métaux de 58 à 60 kilogr. de R :				
Moyennes des conditions d'essai	59,0	19,0	39	33,5
Conditions des barrettes à strictions inférieures à la moyenne.	59,1	18,0	32	33,5
Conditions des barrettes à strictions supérieures	59,0	20,7	46	33,3

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAUFFAGE DES TRAINS

Le thermo-siphon de la Compag

Foyer.

Fig. 1. _ Coupe ab.

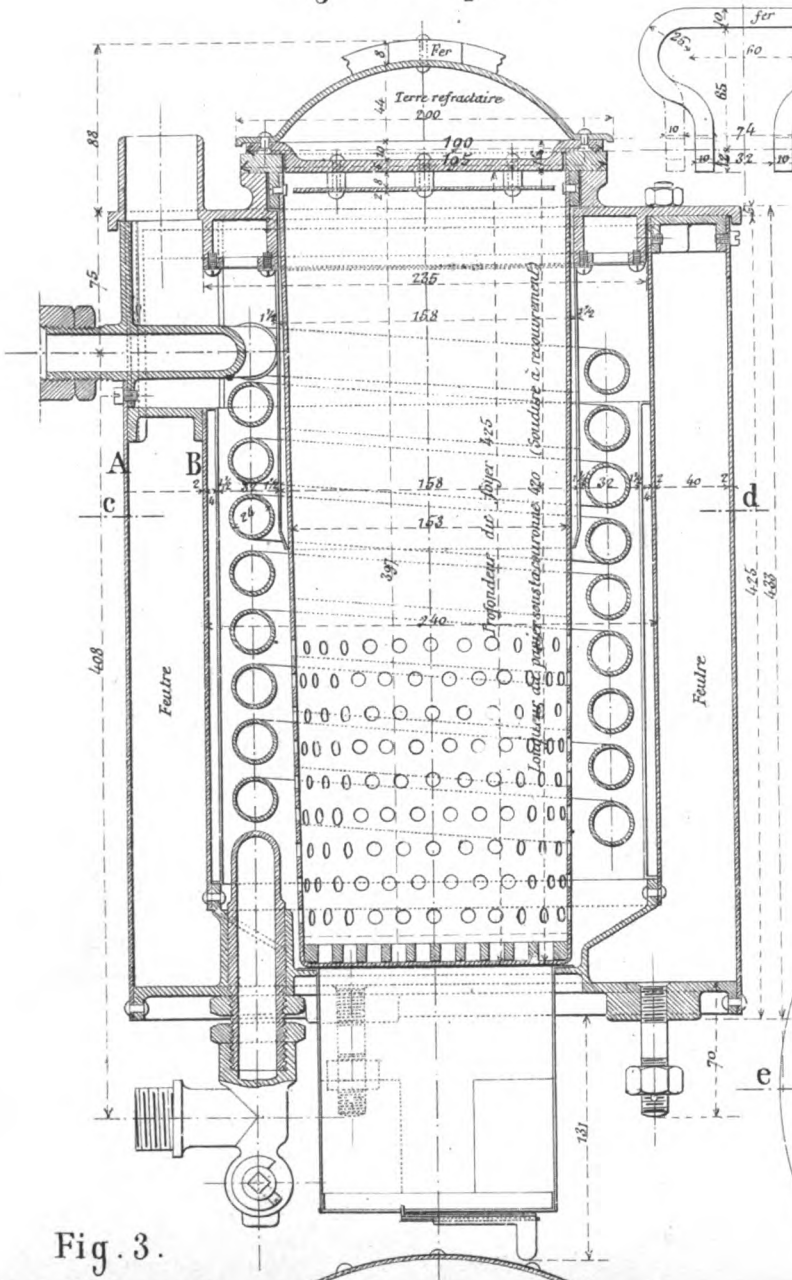


Fig. 2. _ Coupe ef.

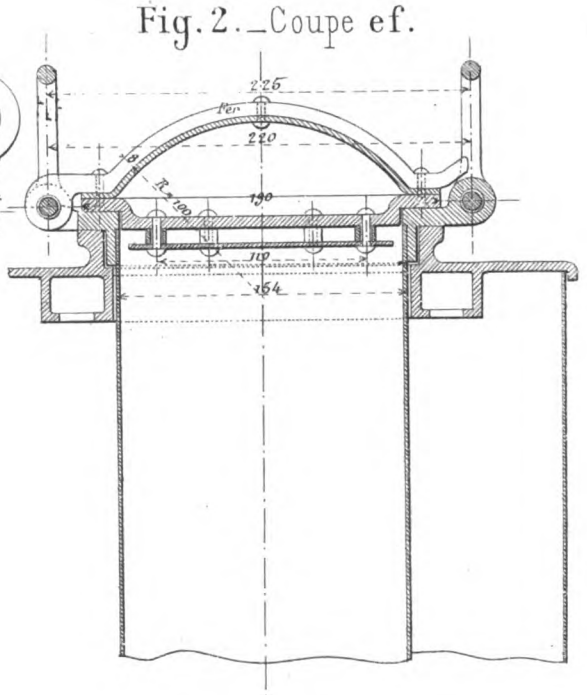


Fig. 3.
Plan. Coupe cd.

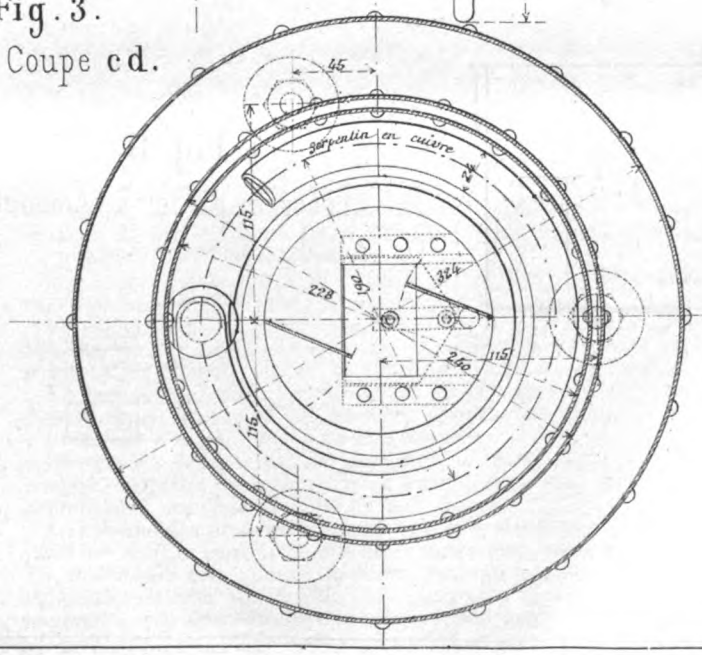


Fig. 4. _ Vue en plan.

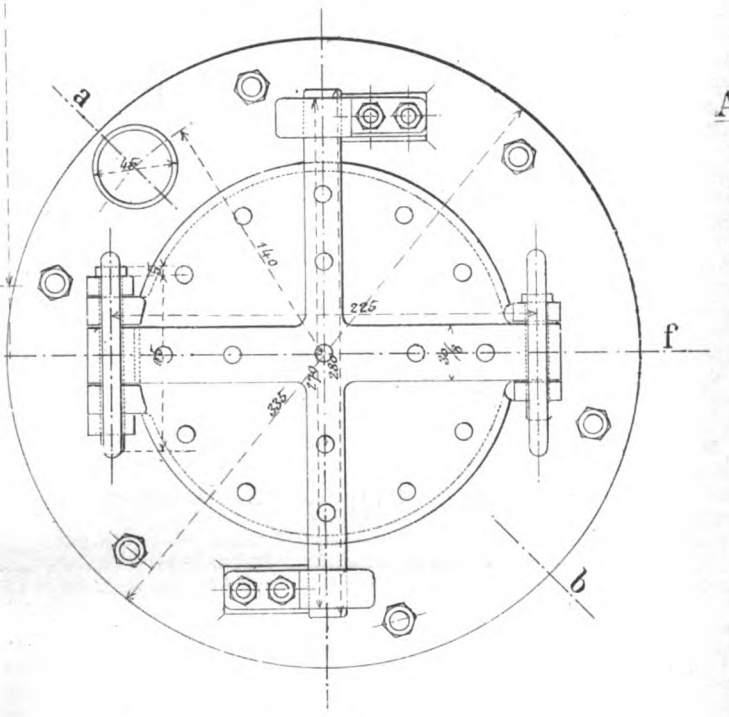
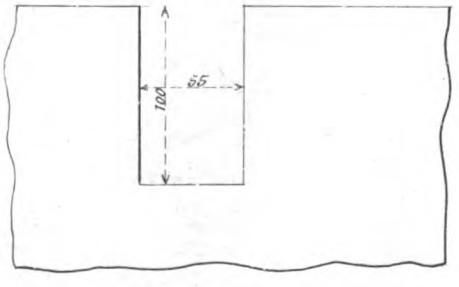


Fig. 5.
Echancrure de la tôle B



Digitized by Google

S DE CHEMINS DE FER

nie des Chemins de fer de l'Ouest.

Vase d'expansion.

Fig. 9.
Coupe suivant AB.

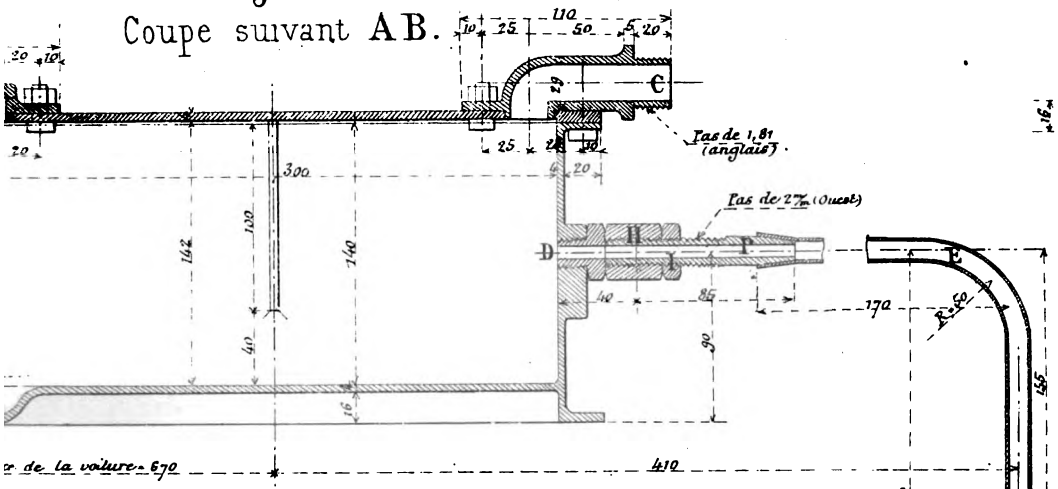


Fig. 11. — Vue de bout.

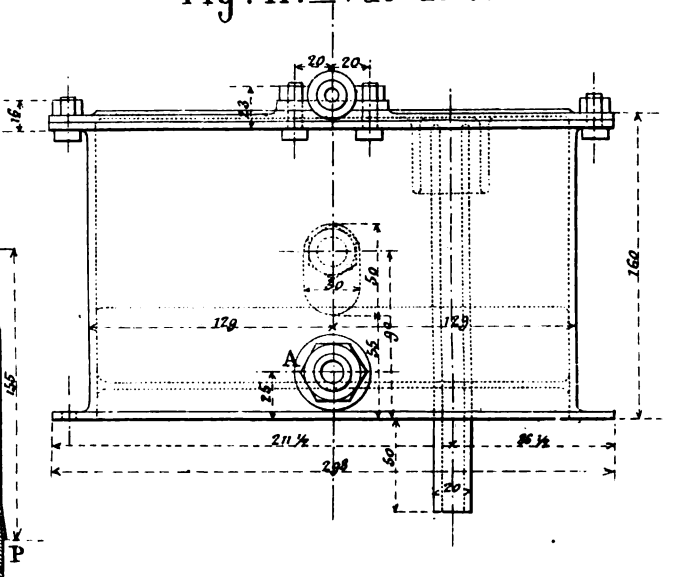
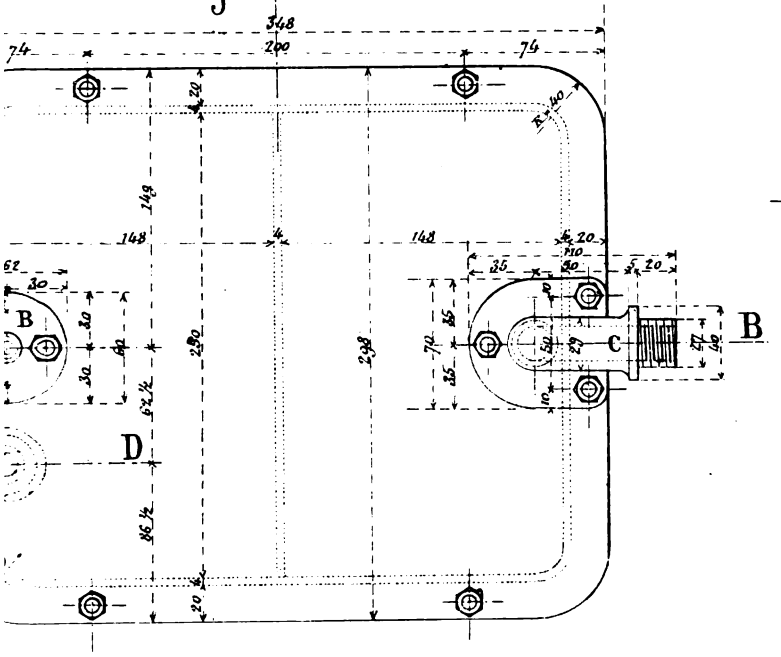


Fig. 10. — Plan.



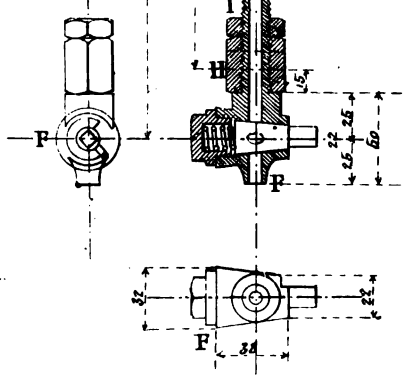


Fig. 12. — Coupe suivant CD.

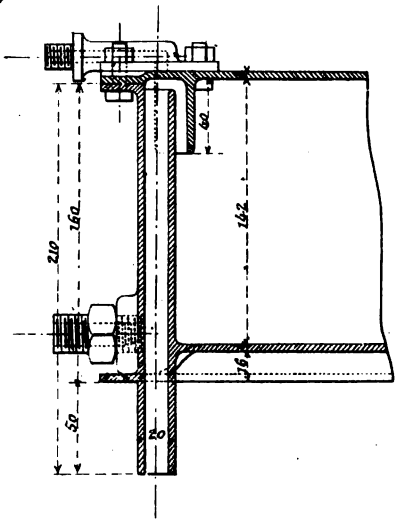


Fig. 7. — Cendrier en tôle de fer.

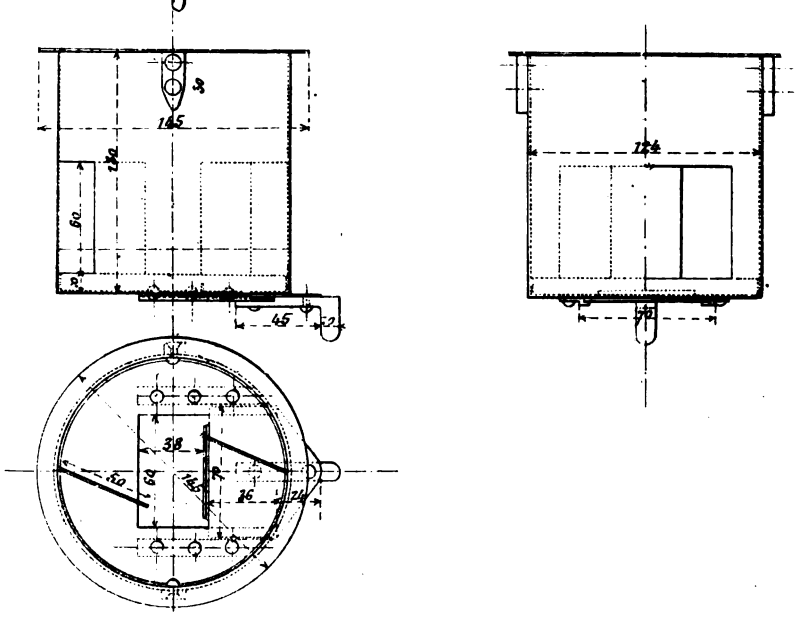
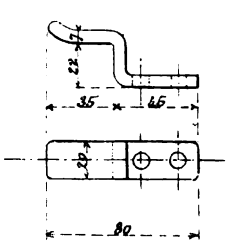
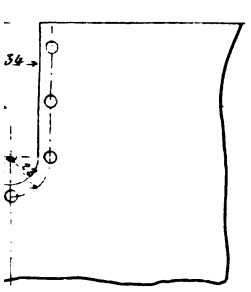


Fig. 8.
Arrêts du panier à combustible



. 6.
e de la tôle A



Imp^le Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis. Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Les données pour les duretés de 50 à 52 kilogr. R sont trop peu nombreuses pour figurer utilement à ce tableau.

Les ruptures à grains ont surtout pour effet de réduire considérablement les allongements, en leur donnant une certaine constance avec une valeur très inférieure à celle à nerf donnée par le métal le plus dur ; les strictions sont réduites de moitié.

Les cassures à grains paraissent correspondre à un état anormal du métal, et les conclusions à tirer paraissent devoir être basées sur les essais normaux donnant des ruptures à nerf en forme de cuvettes, faits d'une façon normale sur un métal sain, sans soufflures, sans grain dur venant rompre l'homogénéité de la section.

Il résulte nettement que pour chaque variété de dureté, la striction est en relation directe avec la qualité du métal ; pour un même allongement, une plus grande striction correspond à un effort de rupture plus élevé ; pour un même effort de rupture la striction croît avec l'allongement.

La détermination de la striction est d'un intérêt majeur pour la spécification de qualité. D'autre part elle peut être déterminée d'une façon des plus exactes et en tout temps après essai fait ; la barrette est toujours à disposition et porte sur elle le témoignage permanent de la striction mesurée.

La section initiale étant constante, la mesure à la striction est facile, indiscutable, peut être vérifiée à chaque instant et est en relation directe avec toutes les qualités du métal, résistance à la rupture, résistance élastique et allongement.

Si dans la série des essais de bandages ayant servi à cette étude, on classe mois par mois en suivant la fabrication, les résultats par séries à striction minimum et séries à striction maximum, de façon à mettre en évidence les plus grands écarts de R + S en dehors de la constante moyenne indiquée plus haut, on obtient les résultats suivants, en tenant compte seulement des barrettes à cassure normale, soit fibreuse en cuvette.

	Strictions maxima				Strictions minima			
	R	A	S	E	R	A	S	E
Octobre 1887. . .	57,8	20,5	53	28,3	56,6	17,5	33	30,8
Janvier 1888. . .	55,8	22,5	48	29,8	55,3	21,0	35	30,8
Avril — . . .	51,7	23,0	61	29,0	56,7	17,5	29	29,3
Juin — . . .	53,5	20,0	49	31,8	54,1	18,5	18	31,8
Août — . . .	51,9	24,5	46	30,2	54,2	22,5	36	30,5
Septembre 1888. .	53,8	23,0	50	30,1	53,8	16,0	20	29,5
Octobre — . .	53,2	25,5	48	29,8	52,9	22,0	38	30,4
Janvier 1889. . .	52,7	20,5	49	28,2	54,0	19,0	30	28,2
Mars — . . .	55,3	20,0	48	28,3	59,1	19,0	45	32.1
Mai — . . .	59,2	21	45	34,7	59,2	19,0	36	34,4
Juillet — . . .	58,0	21,5	52	31,2	57,4	18,5	34	31,2
Septembre 1889 . .	57,3	20,5	42	31,6	57,3	16,5	19	31,8
Décembre — . .	54,0	20,5	45	30,8	58,9	16,5	21	33,1
Janvier 1890. . .	54,9	22,5	47	30,9	56,0	18,5	44	31,2
Mars — . . .	53,2	21,0	50	30,5	54,2	20,0	31	31,8
MOYENNES. .	54,8	21,8	49	30,3	56,0	18,8	31	31,1

Ces résultats correspondent aux métaux à strictions extrêmes, soit en minima, soit en maxima, et donnent une idée des écarts qui peuvent être constatés en dehors de la règle établie plus haut R + S = constante, environ 98, et E + A = constante, environ 52.

Dans les métaux à plus forte striction on a : R + S = 103, soit un chiffre plus élevé que la moyenne de 5 % ; E + A = 52, chiffre des moyennes générales.

Dans ceux à faible striction on a : R + S = 87, soit un chiffre inférieur de 10 % à la moyenne générale ; E + A = 50, chiffre inférieur de 4 % à la moyenne.

Ces écarts correspondant à des résultats extrêmes, ne font que confirmer les conclusions moyennes pratiques résumées précédemment.

De ce tableau, il résulte également que les fortes strictions sont en relation directe avec la qualité du métal et surtout sa malléabilité.

Si on suit la fabrication des bandages trimestre par trimestre depuis son origine jusqu'à la fin, et si on prend la moyenne de tous les résultats à la traction en y comprenant les cassures à nerf en cuvettes, à nerf en sifflets, à grain pur ou grain mélangé à nerf, on obtient le tableau suivant :

Date des essais	Nombre de bandages essayés	Nombre de barreaux essayés	R	A	S	E
3e trimestre 1887. .	11	26	58,2	19,1	44	33,0
4e — — . .	16	36	54,5	19,9	41	32,1
1er trimestre 1888. .	9	23	56,8	18,8	35	31,4
2e — — . .	16	40	54,0	18,9	30	30,2
3e — — . .	12	30	55,0	19,1	33	30,4
4e — — . .	24	54	54,1	19,3	31	29,4
1er trimestre 1889. .	24	54	55,6	17,9	27	30,0
2e — — . .	10	23	57,5	17,9	27	32,7
3e — — . .	19	43	57,4	18,2	33	31,3
4e — — . .	16	37	57,2	18,2	33	32,1
1er trimestre 1890. .	24	54	54,4	19,0	35	29,7
2e — — . .	2	5	58,8	18,1	26	33,2
MOYENNES. . .	183	425	56,2	18,7	33	31,3

Ces moyennes comprennent, en dehors des essais normaux à cassure fibreuse à cuvettes, celles anormales en sifflets ou en grains ; les plus grands écarts avec les moyennes adoptées ci-dessus sont :

R + S = 89, soit inférieur de 10 % au chiffre normal ;

E + A = 50 — 4 % —

La constance de R + S peut donc être adoptée pratiquement pour la caractéristique du métal fixé aux environs de 98 pour cette qualité spéciale du bandage de machine, avec

R minimum = 50 kilogr.

Les éléments de la discussion qui précède ont été donnés par les tableaux suivants où toutes les barrettes essayées sont classées par séries progressives de densité ou de résistance à la rupture de 2 en 2 kilogr.

1° Métaux de 50 à 52 kilogr. R.

R	A	Rapport de la section de rupture à la section initiale ou 100 — S	E	Nature de la cassure
50,9	23,5	54,0	28,0	Nerf sifflet.
50,9	25	54,0	30,2	Nerf.
51,7	23	39,1	29	Nerf ½ cuvette.
51,7	24	63,1	27,8	Nerf ½ cuvette.
51,9	24,6	53,6	30,2	Nerf ½ cuvette.
52	21	54,4	29,9	Nerf cuvette.
51,5	23,5	53,0	29,2	MOYENNES.

2° Métaux de 52 à 54 kilogr. de R.

R	A	100-S	E	Nature des cassures
53,0	23	55,5	29,0	Nerf ½ cuvette.
53,5	20	50,9	31,8	Nerf cuvette.
53,8	23	50,4	30,1	—
52	21	54,4	29,9	—
53,2	25,5	52,1	29,8	—
52,9	22	62,4	30,4	Nerf ½ cuvette.
53,2	24,5	52,1	28,5	Nerf cuvette.
52,7	20	52,3	28,2	—
52,7	20,5	50,8	28,2	—
52,2	23	54,8	30	—
52,9	22,3	53,6	29,6	MOYENNES.
53	19	61,8	29	Nerf sifflet.
52,5	16	37,2	30	—
52,1	20	49,5	29,5	—
53,7	20	65,9	30,8	—
52,8	18,8	53,6	29,8	MOYENNES.
52,6	19,8	69,4	29,2	A grain.
54	16	83,6	28,3	—
53,7	16	84,3	28,8	—
52,3	17,5	65,6	28	—
53,3	17	78,2	29,5	—
54	18,5	63,0	29,6	—
53,2	16	81,3	28,1	—
53,6	18,5	75	29,0	—
53,2	19	74,5	27,2	—
54	16	81,8	30,8	—
53,6	15	81,1	30,3	—
53,4	17,2	76,1	29,0	MOYENNES.

3° Métaux de 54 à 56 kilogr. de R.

R	A	100-S	E	Nature des cassures
55,3	21,0	54,6	30,8	Nerf ½ cuvette.
56	23	52,6	31,9	Nerf cuvette.
54,8	21,0	62,4	31,2	—
55,4	23	54,2	29,7	—
55,8	23,5	52,9	31,2	—
55,3	21	57,6	29,5	—
55,1	22	58,1	31,1	—
55,2	18	59,1	30,8	—
54	20	56,8	28,2	—
55,3	20	51,8	28,3	—
55,2	21,3	56,0	30,3	MOYENNES.
56	18	54,7	30,9	Nerf sifflet.
55,4	16,5	78 3	31,6	—
54,7	18	61,6	31,8	—
55,4	17,5	64,9	31,3	MOYENNES.
54,8	15,5	80,6	30,6	Cassure à grain.
54,2	15	83,9	30,3	—
54,1	16,5	83,8	30,6	—
54,1	15,5	87,6	31,8	—
56	15	84,0	30,6	—
54,1	17	82,0	31,2	—
55,4	15	81,0	28,0	—
56	19	61,7	29,3	—
56.	17	86,6	33,1	—
55,7	16	81,6	33,4	—
55,0	16,2	81,3	30,9	MOYENNES.

4° Métaux de 56 à 58 kilogr. de R.

R	A	100-S	E	Nature des cassures
57,0	24	48,2	30,2	Nerf cuvette.
57,1	22	51,3	31,2	—
57	22,5	55,6	31,5	—
57,6	21	51,0	29,5	—
56,7	21,5	53,2	31,2	—
57,4	20,5	53,8	30,9	—
57,3	20,5	57,8	31,6	—
57,9	19	57,0	31,8	—
57,8	17,5	56,9	32,2	—
56	19	55,4	31,2	—
57,1	20,7	54,0	31,1	MOYENNES.

Digitized by Google

R	A	100-S	E	Nature des cassures
56,7	18,5	59,8	32,5	Nerf sifflet.
56,5	19,5	59,1	30,2	—
57,2	17	69,5	32,2	—
56,8	18,3	62,8	31,6	Moyennes.
57,4	17	76,6	31,8	A grain.
57,3	15,5	84,6	32,5	—
57,3	15	87,3	31,8	—
56,8	19,5	60,3	30,4	—
57,7	15	88,1	31,5	—
56,2	19	74,2	27,8	—
57,3	18	65,6	30,5	—
58	18,5	76,6	29	—
57,3	15,5	86,5	29,9	—
56,1	15,5	82,0	31,8	—
57,1	16,9	78,2	30,7	Moyennes.

5° Métaux de 58 à 60 kilogr. de R.

R	A	100-S	E	Nature des cassures
60	20,5	47,4	35,4	Nerf cuvette.
59	18,5	63,0	35,3	—
59,2	19	64,0	34,4	—
58,4	21,5	61,2	32,5	—
58,6	20	54,8	31,9	—
58,3	19,5	64,0	32,5	—
59,2	16,5	70,4	33,1	—
58,9	16,5	79,0	33,1	—
59,0	19,0	61,7	33,5	Moyennes.
60,0	16,5	54,4	36	Nerf sifflet.
58,4	19,5	49,5	32,8	—
58,6	21	50,3	31,9	—
59	19,0	51,4	33,5	Moyennes.
58,4	16	80,8	30,5	A grain.
59,1	17	74,7	30,8	—
58,6	16	85,6	34	—
59	16	83,7	34,4	—
58,4	17,5	77,9	30,2	—
58,6	16	79,2	31,8	—
58,9	15	87,5	31,8	—
59,8	15	88,3	32,8	—
59,2	15	86,3	31,8	—
59,8	18,5	67,9	34,1	—
59,0	16,2	81,2	32,2	Moyennes.

6° Métaux de 60 à 62 kilogr. de R.

R	A	100-S	E	Nature de la cassure
61,7	17,0	52,4	36,7	Nerf ½ cuvette.
60,4	18,5	66,3	32,1	Nerf sifflet.
60,5	18,5	75,8	35,0	A grain.

Si l'on poursuit la même étude sur les divers métaux employés dans le matériel des chemins de fer, tels que essieux, croisements en acier, ressorts, rails, etc., on arrive aux mêmes conclusions que chaque variété de produit peut être caractérisée par une constante R + S avec un minimum à établir pour R.

Mussy,
Ingénieur en chef des Mines.

(A suivre.)

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

ÉCOLE DES SCIENCES POLITIQUES

Conférences sur les questions ouvrières (1).

Conférence d'ouverture du 12 janvier 1892.

Messieurs,

Dans le cours d'économie politique que j'ai l'honneur de professer dans cette école, je rencontre forcément toute la série de questions qu'on appelle les questions ouvrières; mais je puis à peine les aborder incidemment, pressé par le temps et par un programme qu'il faut parcourir tout entier pour les divers examens auxquels on prépare ici les candidats.

Pour ne pas faire éclater le cadre de cet enseignement très chargé, M. Boutmy m'a demandé de consacrer à ces questions spéciales quelques conférences, extérieures au cours proprement dit, bien qu'elles aient avec lui des liens étroits de parenté. Je ne sais rien refuser à notre cher et éminent directeur. J'ai donc accepté son offre, sans m'en dissimuler les périls. Malgré la nouveauté, la hardiesse de la tentative, je l'aborde donc à mes risques et périls, un peu aussi aux vôtres. Je fais appel à votre indulgence, à votre connivence même, sans laquelle ces conférences seraient condamnées à rester stériles. En cas d'échec, je ne m'en prendrai d'ailleurs qu'à moi-même et je me consolerai avec le mot de La Fontaine :

Si de vous agréer je n'emporte le prix,
J'aurai du moins l'honneur de l'avoir entrepris !

(1) Ces conférences ont lieu tous les mardis, à 2 heures et demie, à l'École des Sciences politiques, rue Saint-Guillaume, 27. Elles sont publiques sur une simple demande au Secrétariat de l'École.

I. — Je vais donc vous entretenir des *Questions ouvrières en France et à l'étranger*. Tel est le titre donné à ces conférences et c'est à dessein qu'il a été ainsi formulé.

Pourquoi, dit-il, « les questions ouvrières » et non « la question ouvrière » ? Ce n'est pas que je nie qu'il y ait une « question ouvrière », si l'on consent à embrasser sous ce nom la répartition des produits, l'organisation du travail, ses rapports avec le capital, le bien-être matériel et moral du travailleur. Seulement, avec de telles frontières, cette question est tellement vaste qu'elle se subdivise en une foule de questions, déjà considérables, mais plus limitées, qui toutes se rapportent à la situation de l'ouvrier. Ce sont quelques-unes de ces questions, les principales, que nous prendrons dans ces conférences familières pour les examiner sommairement, sans avoir la prétention d'épuiser la matière, bien plus, d'aller jusqu'au bout de chacune de ces questions considérée isolément.

Pourquoi notre titre parle-t-il de l'*étranger?* N'aurions-nous pas pu nous confiner en France et le domaine, ainsi délimité, n'aurait-il pas été assez ample pour nos études? Assurément; mais si nous avons amplifié un champ déjà trop étendu, c'est pour obéir aux nécessités mêmes de notre sujet, qui est partout à l'ordre du jour en même temps et presque dans les mêmes termes.

Ces questions ne se posaient pas autrefois. Elles étaient étouffées par la résignation des travailleurs et par l'indifférence de l'opinion publique; ou plutôt, la plupart d'entre elles n'avaient pas de raison d'être, par suite des conditions mêmes du travail, les autres étant résolues spontanément et sans bruit par l'organisation même de la famille et de l'atelier.

L'attention était ailleurs. Si ce n'est à titre de charité individuelle et chez les Saint-Vincent-de-Paul, on s'intéressait peu aux petites gens, en tant que constituant une classe distincte. Ils ne comptaient pas ou comptaient pour peu de chose au regard de la politique et de l'histoire, tant ils semblaient peser d'un poids léger sur les destinées du pays. S'ils ne faisaient de temps en temps irruption dans l'histoire en y projetant la lueur sinistre des jacqueries, des famines, des pestes, c'est à peine si l'on soupçonnerait leur présence dans le passé, où tout semble en façade et en décor, bien qu'en réalité ils aient été alors, comme aujourd'hui, le support véritable de l'organisation sociale. Ils étaient perdus, là-bas, tout au fond des vallées, de même que leurs chétives masures, collées au sol et perdues dans les replis. L'histoire n'éclairait que les pics, les sommets, les châteaux-forts, les palais, les batailles, les traités, les mariages princiers; mais elle ignorait ou négligeait le petit train journalier des choses, le ménage du peuple, et cette tourbe obscure et vile de paysans, d'artisans et d'ouvriers, qui ne jouaient dans le drame historique que le rôle effacé et collectif de comparses.

Nous avons profondément changé tout cela, sous l'action de deux grandes causes, qui se tiennent sans doute de très près, malgré leur dissemblance extérieure : la mécanique et la politique.

La mécanique nous a dotés de la machine à vapeur, qui a révolutionné les conditions antérieures du travail et fait la grande industrie. Il ne s'agit plus aujourd'hui de ces petits ateliers domestiques d'autrefois, où un maître travaillait avec l'assistance d'un ou deux compagnons ou apprentis, admis à sa table et faisant partie de sa famille. Les usines ont aggloméré autour de leur cheminée toute une armée, toute une population d'ouvriers, dont les habitudes, les aspirations, les mœurs, sont absolument distinctes de celles de leur patron. Alors que l'ancienne dissémination parcellaire des petits ateliers favorisait le contact, l'uniformité de l'existence, le tête à tête du maître et de l'ouvrier, ces énormes concentrations engendrent la séparation des classes, le malaise, les comparaisons irritantes, l'antagonisme, la fermentation des esprits qui se surchauffent l'un l'autre, et la poussée formidable des revendications collectives.

C'est ici qu'intervient la seconde cause citée plus haut, la politique. La base de la souveraineté a été déplacée et reportée dans le nombre. Le suffrage universel a mis le pouvoir à la disposition des couches les plus larges et les plus profondes. Ces humbles, ces déshérités d'autrefois, devenaient brusquement les maîtres par le droit de vote et n'entendaient plus désormais se laisser oublier. Ils envahissaient la scène, et, par une exagération naturelle à des gens longtemps tenus à l'écart, ils affichaient la prétention de l'occuper seuls et d'en déloger tous les autres, considérés comme des parasites et des intrus. Leurs courtisans, plus obséquieux encore et plus humbles que ceux du grand Roi, leur proclamaient à satiété : « Qu'étiez-vous? Rien. — Que devez-vous être? Tout. » Ils ont fini par répéter de bonne foi, à force de l'entendre dire : « l'Etat c'est nous ! ». Armés des puissants leviers du vote et de l'association que le régime démocratique mettait entre leurs mains, prenant de plus en plus conscience de leur puissance de jour en jour mieux obéie, ils ont tellement enflé la voix qu'elle a bientôt dominé toutes les autres et mis à l'ordre du jour toutes les questions concernant leurs doléances et l'amélioration de leur sort.

Telle est, à mon avis, la double origine de l'importance rapidement grandissante de ces questions ouvrières, qui sont l'un des traits caractéristiques de notre siècle, tout près de finir. Si les inventions mémorables dont il a vu le développement permettent de l'appeler « le siècle de la vapeur et des chemins de fer », il peut, non moins justement, pour son souci du sort des humbles, des petits, des ouvriers, aspirer au titre de « siècle des questions sociales ».

Ces questions ont pris une place considérable dans les préoccupations de l'opinion publique; on les discute partout; elles envahissent à la fois les clubs, les parlements, les salons, les ateliers, les chaires chrétiennes, les revues, les journaux quotidiens. La plupart des gouvernements se livrent à des enquêtes sur la situation des ouvriers, sur leurs salaires, sur leur logement. La Belgique termine à peine celle dont s'est acquittée avec tant de courage et d'éclat sa Commis-

Digitized by Google

sion du travail ; l'Angleterre et l'Espagne viennent de nommer dans le même but des commissions analogues, composées de personnalités éminentes. Nous avons depuis peu un Conseil supérieur du travail et nous serons bientôt dotés d'un Office du travail chargé, à l'exemple des bureaux américains, de nous fournir des informations précises sur les questions sociales. Les lois ouvrières se multiplient dans tous les pays; d'autres, plus nombreuses encore, sont sur le chantier. Partout se fondent des sociétés d'économie sociale. L'autorité morale la plus haute qui soit au monde vient à son tour d'aborder de front ces redoutables questions. Dans une encyclique mémorable et longtemps méditée, le pape Léon XIII a fait entendre sa voix, qui aura un profond retentissement chez les gouvernements et chez les peuples.

Ces questions ne dépassaient pas autrefois le cercle de chaque pays ; elles se résolvaient à l'intérieur de ses frontières et comme en famille. Elles les franchissent aujourd'hui pour prendre le caractère international. L'amélioration des transports produite par ces progrès de la mécanique, dont on retrouve partout l'influence, a mis en communication les points les plus éloignés du globe. Dans sa préface de *Bajazet*, Racine disait que le peuple ne met guère de différence entre ce qui est à mille ans de lui et ce qui en est à mille lieues. Vraie pour le XVIIe siècle, cette assertion a cessé de l'être pour le nôtre. Le peuple continue à ignorer ce qui se passait il y a mille ans, surtout en France, où il s'imagine volontiers dater de 1789; mais il commence à s'enquérir de ce qui se passe à mille lieues. Par les journaux et par le télégraphe, nous avons à chaque heure des nouvelles de Pékin, de Shanghaï, de Calcutta, de New-York, mieux qu'on n'en avait jadis de Melun ou de Fontainebleau. La carte du globe s'est ratatinée, et nous en avons réduit l'échelle. Chaque homme peut aujourd'hui se croire le centre de l'humanité.

Ce n'est pas à une élite que se bornent les répercussions internationales. Les masses sont secouées elles-mêmes par des commotions profondes et simultanées. Grâce à ces câbles électriques qui enlacent le globe comme un réseau de filets nerveux, l'idée, à peine éclose dans le cerveau d'un penseur solitaire, circule partout au même instant ; erreur ou vérité, elle ne connaît pas de frontières; c'est une flamme qui éclaire ou qui brûle tous les pays à la fois. Les exemples sont contagieux ; les initiatives hardies ou téméraires sont des traînées de poudre qui mettent en même temps le feu aux quatre coins du monde. Les courants d'opinions prennent une soudaineté et une universalité jadis inconnues et désormais irrésistibles. Dans nos petits lacs fermés d'autrefois nous avions nos tourmentes locales, nos tempêtes dans un verre d'eau. Ces lacs se sont réunis par la rupture de toutes les digues intérieures et forment un grand océan qui relie tous les peuples. C'est là que se déchaînent ces ondes puissantes, semblables à celles que soulève un tremblement de terre en pleine mer et qui balayent tout sur leur passage : onde de liberté du travail, comme il y a trente ans; onde de réaction, de socialisme d'Etat et de protectionnisme, comme de nos jours. Mon éminent ami, M. Georges Picot, a étudié à la lumière de l'histoire ces grandes ondes politiques dans divers pays et il a montré leur identité et leur simultanéité en dépit des dissidences locales. Elles prennent l'aspect d'un de ces imposants phénomènes naturels, de ces vents alizés, de ces vagues de fond, contre lesquels il est insensé de se raidir et dont on doit se borner à prévoir et, s'il se peut, à aider le renversement plus ou moins prochain.

C'est ainsi que nous assistons à la naissance d'un mouvement de fédéralisme international ouvrier, qui se traduit par la manifestation universelle du 1er mai, par les Congrès de Paris et de Bruxelles. Le parti international ouvrier s'organise, se discipline, tient ses assises régulières, ses « états-généraux », s'assagit sous la conduite de chefs expérimentés et bons tacticiens, répudie les éléments dissolvants de l'anarchisme et marche, enseignes déployées, à la réalisation de son programme: la conquête du pouvoir, la domination « du quatrième ordre » et l'asservissement du capital.

Les gouvernements mis en éveil réagissent de leur côté pour satisfaire ce mouvement dans ce qu'il a de légitime et pour l'endiguer. La conférence internationale de Berlin, réunie en mars 1890 par l'empereur Guillaume II, a été un effort vigoureux, mais jusqu'ici stérile, pour uniformiser les législations sociales de tous les pays et adopter partout la même attitude vis-à-vis de revendications partout identiques.

C'est ce caractère international des questions ouvrières qui ne permet pas d'en renfermer l'étude dans l'enceinte de notre pays et nous a obligés à étendre cette étude jusqu'à l'étranger.

II. — En face de ces problèmes, qui se posent puissants, impérieux et qui, comme le sphynx antique, menacent de dévorer ceux qui ne sauront pas les résoudre, on est loin de s'entendre sur la voie dans laquelle il faut chercher la solution. Chacun a sa panacée, qu'il préconise à l'exclusion de toutes autres.

L'attention publique est à ce point tournée vers ces questions, que tout le monde se croit capable de les aborder. Tandis qu'il ne viendrait jamais à l'idée d'une personne raisonnable de tenir tête aux spécialistes dans la plupart des sciences, c'est à qui s'arrogera, au contraire, le droit de résoudre, au pied levé, les problèmes économiques les plus ardus. Chacun s'y met avec ou sans compétence. Pour une vérité, on lance mille sophismes en circulation. Ces sophismes font souvent fortune : on les rencontre partout, débordants, envahissants, encombrants. En général, les savants sont les maîtres incontestés de leur domaine, dont l'accès est interdit aux profanes par des difficultés extérieures, notamment par une terminologie spéciale. Rien de tel ne défend les abords du terrain économique. Aussi est-il envahi et piétiné par la foule, qui tous les jours y rend des arrêts aussi bruyants que contradictoires.

Au milieu de cette discordante cacophonie, on peut cependant détacher quelques notes dominantes et distinguer trois écoles principales, dont les autres ne sont que des sous-groupes.

D'abord, la grande masse des satisfaits, des optimistes, qui tiennent pour excellent le régime sous lequel ils sont bien pourvus et pour déplorable toute tentative de réforme. *Quieta non movere*, telle est leur devise. Il n'y a qu'à laisser faire les choses; elles s'arrangeront toutes seules. Elles ont en elles une force médicatrice, *vis medicatrix*, qu'on s'exposerait à troubler par une intervention indiscrète et qui remet spontanément tout à sa place. On doit donc laisser libre carrière aux forces économiques, qui se corrigent d'elles-mêmes et qui, en somme, font beaucoup plus de bien que de mal. Le mal est inséparable des choses humaines et on court risque de l'aggraver en cherchant à l'extirper. Cette théorie est fort du goût des égoïstes, auxquels elle fournit un prétexte pour se désintéresser de ces grandes questions, et qui refusent de troubler leur quiétude. Ils se plaisent à proclamer soit leur impuissance à résister au torrent, soit le danger de toucher à ces problèmes, et s'écrieraient volontiers : après nous le déluge!

Telle n'est pas l'attitude de la seconde école, celle du socialisme d'Etat, qui, loin d'effacer son action, l'exagère, et loin de s'immobiliser dans l'optimisme, se démène dans l'agitation. Ce socialisme d'Etat prend lui-même deux aspects : celui des ouvriers et celui des gouvernements, qui, partant de points de vue bien opposés, aboutissent du moins à la même conclusion : l'intervention de plus en plus directe de l'Etat dans l'organisation du travail.

Dans cette conception, l'industrie apparaît comme une sorte de chaos, de mêlée confuse et barbare, où la force prime le droit, où les vampires s'engraissent du sang des victimes, où l'on piétine avec rage les vaincus en se faisant un piédestal de leurs cadavres. « Cette liberté, s'écriait Louis Blanc en 1848, c'est celle de l'état sauvage. Le droit du plus fort, c'est ce qu'on ne rougit point d'appeler la liberté ! Eh bien, je l'appelle, moi, l'esclavage ! » En présence d'une anarchie aussi révoltante, il faut que l'Etat intervienne, au nom de l'intérêt public, pour faire régner l'ordre et la justice.

« Tous vos sujets, quels qu'ils soient, disait Louvois à Louis XIV dans son testament politique, vous doivent leurs personnes, leurs biens, leur sang, sans avoir droit de rien prétendre. En vous sacrifiant tout ce qu'ils ont, ils font leur devoir et ne vous donnent rien, puisque tout est à vous. »

Les socialistes d'Etat n'ont pas assez d'indignation pour flétrir ces maximes appliquées à la monarchie absolue; mais ils s'empressent de les reprendre en faveur de l'Etat moderne, comme si la servitude n'était pas toujours la servitude, exercée par le monarque ou par la foule.

Ces théories, dont les causes sont multiples et complexes, tiennent en partie à la tendance qu'ont les démocraties de vouloir trancher les questions par le nombre, de compter les opinions plutôt que de les peser, de confondre la majorité avec le droit, ce qui est légal avec ce qui est légitime. « Tout est permis à la loi, dit un proverbe anglais, sauf de changer un homme en femme ». Comment s'étonner dès lors qu'avec de pareilles idées, et soudainement appelées à l'exercice de la souveraineté, les foules aient voulu légiférer à leur profit et fait sommation à la loi de résoudre la question sociale par l'accroissement des pouvoirs de l'Etat, à la condition qu'il en use dans leur intérêt, puisqu'ils se confondent avec lui et qu'il émane de leur volonté?

Les parlements, de leur côté, sont en bien mauvaise posture pour résister à cette poussée populaire. C'est elle qui les a constitués et ils doivent lui obéir. D'autre part, ils sont pénétrés des mêmes effluves que la masse électorale, et animés du sincère désir de satisfaire ses aspirations, ils partagent, quoique avec plus de mesure, ses croyances dans l'efficacité du remède.

Quant aux Gouvernements, ils cèdent à ce même courant pour ne pas se laisser déborder et pour bénéficier de la popularité qui s'y attache. C'est ainsi que nous avons vu M. de Bismarck combattre les socialistes allemands par ses lois d'exception et leur prendre leur programme pour l'exécuter lui-même. Les socialistes l'ont laissé faire, convaincus qu'il servait à son insu leurs intérêts : « Quand il aura, de sa main puissante, disait Liebknecht au Reichstag le 1er juin 1881, fait entrer la nouvelle loi comme la pointe d'un coin dans l'organisation de la société moderne, le gros bout fera éclater le reste ». L'événement a prouvé que Liebknecht avait raison, et que les progrès du socialisme d'en bas étaient loin d'avoir été arrêtés par l'application du socialisme d'en haut.

En résumé, sous l'action convergente de toutes ces causes, comme aussi de celles qui poussent au militarisme, au protectionnisme, et qui agissent dans le même sens, le socialisme d'Etat est aujourd'hui en pleine faveur dans les masses profondes, dans les Parlements et dans l'opinion publique. Partout où l'on peut jauger son niveau, on constate qu'il est en hausse. C'est ce que j'ai pu faire il y a quelques mois au Congrès des accidents à Berne, après celui de Paris, en 1889. C'est une marée qui monte et qui submerge un à un tous les continents, en n'y laissant émerger que quelques îlots.

Ceux qui se réfugient dans ces îlots et que le flot n'a pas encore atteints, ce sont les fidèles de la liberté, et ils constituent la troisième école dont il me reste à vous parler.

Ceux-là ne croient pas à la politique des bras croisés et du laissez-faire; mais ils ne croient pas non plus à celle de l'ingérence continue et de l'omnipotence de l'Etat. Pour remédier aux graves difficultés de l'heure présente, ils pensent que ce n'est pas trop de faire appel à toutes les forces en jeu, à celles de l'Etat, comme à celles des patrons, des ouvriers et des associations.

L'Etat, d'après eux, a son rôle marqué pour protéger les enfants, les femmes, les faibles, qui ne peuvent pas se défendre eux-mêmes

Digitized by Google

Quant aux autres classes de travailleurs, il peut tracer de haut les règles à suivre par les industriels pour l'organisation de la rémunération du travail, pour l'hygiène et la sécurité des ateliers, pour la situation matérielle des ouvriers, mais à la condition de laisser à l'initiative privée des patrons ou des associations libres le soin de se conformer sous son contrôle à ces règles locales.

Dans cette conception du rôle de l'Etat, il se borne à édicter les principes et à en surveiller l'application, sous telles sanctions que de droit, mais il n'intervient lui-même qu'en cas d'impuissance ou de refus des intéressés ; il cherche à réduire graduellement son action, au lieu de l'étendre sans cesse, à s'effacer au lieu de tout envahir, à susciter, à encourager les initiatives libres, au lieu de les entraver et de les supplanter.

(A suivre.)

E. Cheysson,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

MÉCANIQUE

MARTEAU-PILON PNEUMATIQUE
pour poser les bandages de roues.

Le marteau-pilon pneumatique Arn, construit par la Kalker Werkzeugmaschinen-Fabrik de Kalk, près Cologne, et dont nous empruntons la description à l'*Engineering*, est destiné à opérer la pose des bandages de roues. Il consiste en un fort bâti qui porte un volant, des poulies folle et fixe, et un plateau-manivelle ; ce dernier commande, à l'aide d'une bielle, un piston dont la garniture est presque étanche et qui s'engage dans un cylindre fixé sur le bâti. Un second piston, dont la tête porte le marteau, agit dans la portion inférieure du même cylindre, portion qui, comme le montre la figure 1, est

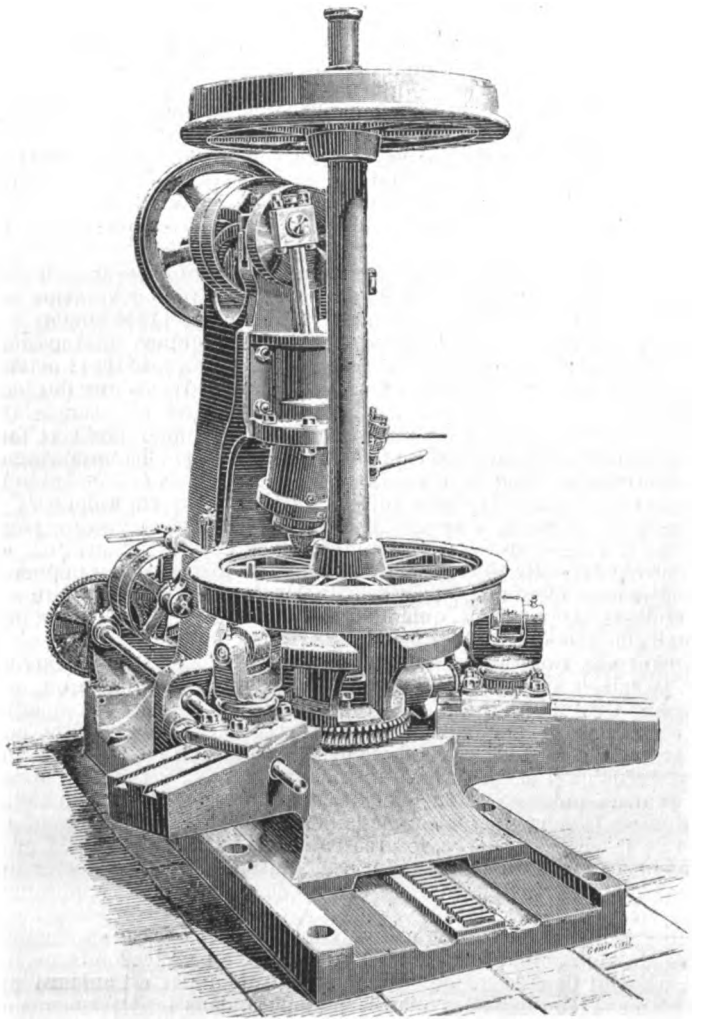


Fig. 1. — Marteau-pilon pour poser les bandages de roues.

inclinée par rapport à la première ; cette inclinaison correspond à celle du bord du bandage de la roue après le finissage (fig. 3).

Quand le piston supérieur descend sous l'action du plateau-manivelle, l'air qui se trouve entre les deux pistons est comprimé, et pousse vigoureusement le marteau contre la pièce à forger. Pendant la montée du premier piston, le second est rappelé par la pression atmosphérique, et l'opération recommence à la descente. On peut, à l'aide d'un robinet, régler le volume d'air compris entre les deux pistons et être ainsi maître de la force des coups donnés par le marteau. Ainsi que l'indiquent les figures 2 et 3, la fixation du bandage sur la jante s'opère en refoulant dans une rainure *b* du bandage un anneau *a*, dont le profil est établi de manière à serrer en même temps la partie intérieure de la jante.

Ces marteaux marchent à grande vitesse : les plus petits donnent jusqu'à 500 coups par minute. On peut, d'ailleurs, réduire cette vitesse à volonté, soit en augmentant le volume d'air compris entre les pistons, soit en faisant glisser pendant une partie de la course, la courroie sur la poulie folle.

Le figure 1 indique le mode de mise en place de l'essieu monté, sur les roues duquel on a à opérer. Il est fixé sur un plateau horizontal susceptible de recevoir un mouvement de rotation par poulies folle et fixe et train d'engrenages héliçoïdal. Ce plateau est d'ailleurs porté par une glissière qui permet d'en régler la position suivant le diamètre des roues. Celle qu'on travaille est maintenue latéralement par des galets à arbre horizontal dont les supports se déplacent également sur des glissières.

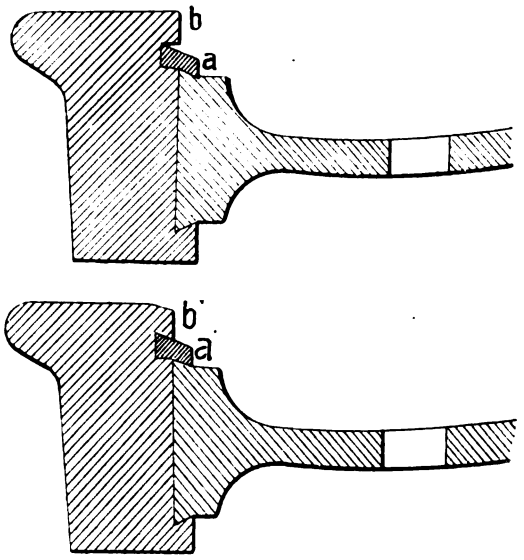


Fig. 2 et 3. — Fixation du bandage sur la jante.

GRAND VOLANT A ENGRENAGES

La Walker Manufacturing Cº, qui construit spécialement les machines et appareils pour la traction par câbles, vient d'achever l'énorme volant à engrenages représenté par le dessin ci-dessous (fig. 4).

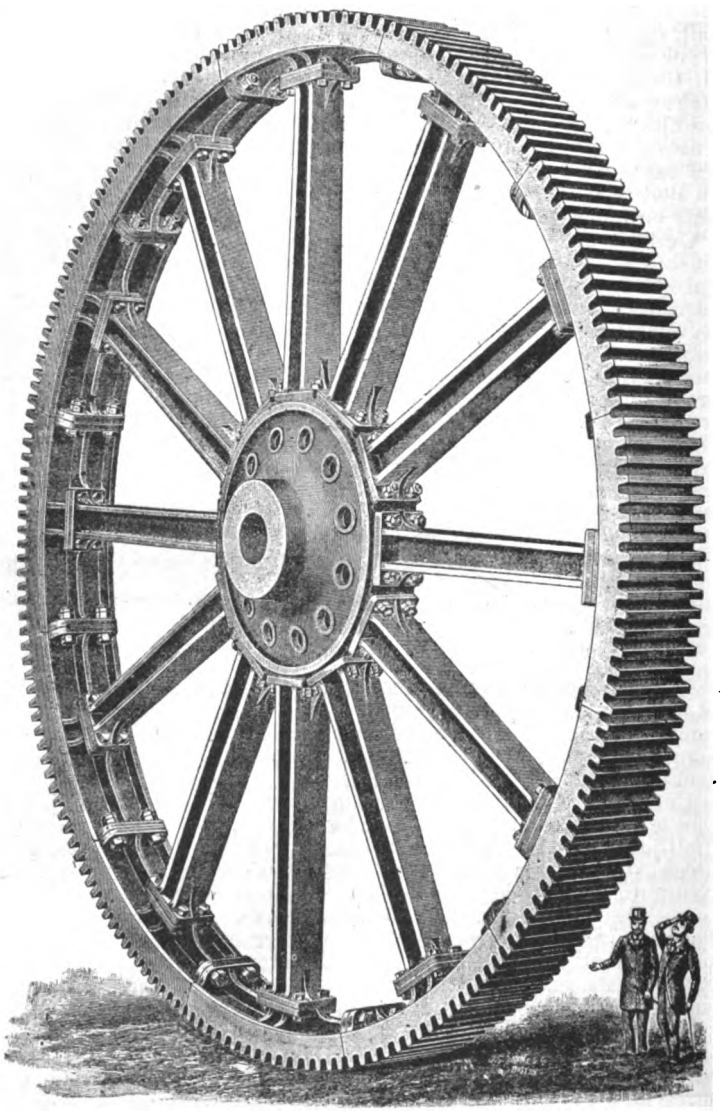


Fig. 4. — Volant à engrenages, de 9m 20 de diamètre.

Digitized by Google

Cette pièce remarquable est destinée à de grandes machines d'épuisement d'une mine de diamants du sud de l'Afrique.

La construction de ce volant, qui peut être considéré comme le plus grand qui ait été établi jusqu'à présent, a été l'objet d'une étude minutieuse et a de plus exigé une grande précision dans l'exécution.

Pour remédier à la possibilité d'une rupture, peu probable cependant, étant donnée la bonne qualité des matières employées et une main d'œuvre très soignée, les destinataires ont néanmoins commandé un segment et un bras supplémentaires, en spécifiant bien que cette pièce doit pouvoir remplacer n'importe quel segment du volant en cas de besoin, en un mot être interchangeable.

Il est aisé de se rendre compte d'après notre dessin de l'effet imposant de cette pièce de mécanique, une fois l'assemblage et l'ajustage des différentes parties terminés.

Voici quelques-unes de ses proportions :

Son diamètre mesure 9^m20, avec 192 dents sur sa circonférence: sa largeur est 0^m75; le diamètre du noyau est de 2^m75; le poids du noyau est de 15 tonnes et le poids total du volant de 66 tonnes $^3/_4$.

MACHINERIE THÉATRALE

LA TRAVERSÉE DU NIAGARA AU THÉATRE DE LA GAITÉ

Dans *Le Pays de l'Or*, la nouvelle pièce à grand spectacle que l'on joue en ce moment à Paris, au théâtre municipal de la Gaîté, le second acte se termine par un tableau dont la mise en scène véritablement remarquable fait, à chaque représentation, l'étonnement des spectateurs.

L'héroïne de la pièce, pour échapper à ses poursuivants qui veulent l'empêcher d'arriver avant une date déterminée à San Francisco, n'a d'autre ressource que de traverser sur une corde raide les chutes du Niagara. C'est montée sur une bicyclette, et, emportant avec elle un audacieux amateur installé sur un trapèze dont les cordes sont attachées à la bicyclette elle-même, que l'artiste déguisée en acrobate, accomplit sa périlleuse entreprise.

La réalisation de cette péripétie qui se déroule est d'un aspect saisissant et constitue bien ce qu'en argot de théâtre on appelle un *clou*.

Une simple description de la scène permet d'ailleurs d'en juger.

Le décor représente les chutes du Niagara. Du fond du théâtre et sur toute sa largeur, on voit le fleuve s'avancer majestueusement, puis, brusquement retomber en une vaste nappe liquide.

L'illusion est complète et d'autant plus parfaite que c'est de l'eau véritable amenée par une canalisation spéciale que le spectateur voit s'écouler d'une hauteur de plusieurs mètres.

Cependant, immédiatement au-dessus de la chute, un câble traverse la scène, et, sur ce câble, l'on voit bientôt l'artiste, montée sur sa bicyclette que ne retient aucun fil, s'avancer, s'arrêter, reprendre sa course, en avant et en arrière, tout comme le pourrait faire le plus habile des gymnastes de profession.

En dépit des apparences, l'entreprise, tout en étant quelque peu audacieuse, présente cependant fort peu de dangers réels, malgré la simplicité de l'installation.

La bicyclette, en effet, est une bicyclette tout ordinaire, la première venue, à laquelle on a simplement enlevé son caoutchouc pneumatique. Grâce à cette circonstance, la jante creuse de la roue enserre, à la façon de la gorge d'une poulie, la corde raide, qui est formée d'un câble d'acier tressé entouré d'une gaine de chanvre. Quant à l'équilibre de l'appareil qui doit, pour la sécurité des acteurs, présenter une réelle stabilité, il est obtenu de la façon la plus simple.

Au-dessous de la bicyclette, se trouve disposé un trapèze sur lequel vient s'asseoir, pour accomplir la traversée des chutes, un des personnages de la pièce.

C'est ce trapèze, suspendu aux deux extrémités d'une petite traverse de fer solidement fixée sur le devant de la bicyclette, qui sert justement à assurer d'une façon parfaite la stabilité de tout le système. Voici comment.

Au bas des deux cordes supportant la barre du trapèze, sont fixés deux énormes glands qui ont l'air simplement de concourir à l'ornementation de l'appareil. En réalité, ce sont ces glands qui sont chargés de l'équilibrer. Ils se composent en effet, de deux poids de fonte, de chacun trente kilogrammes, dissimulés sous la chenille de laine qui les recouvre pour former le gland.

Une telle masse, placée à plus de deux mètres au-dessous du câble supportant la bicyclette, abaisse suffisamment le centre de gravité de tout le système pour que l'actrice en selle n'ait aucun danger de chute à courir, bien qu'elle ne soit tenue d'aucune façon.

De plus, le poids même du voyageur emporté par la barre du trapèze vient de son côté concourir à assurer l'équilibre.

Quant à la chute d'eau destinée à représenter la cataracte du Niagara, elle est également obtenue d'une manière fort simple.

Au fond de la scène, et dans toute sa largeur, se trouve disposé un portant long de 16 mètres sur lequel se trouve peinte la représentation de la chute elle-même. Ce portant, dont la partie supérieure est environ de deux mètres plus bas que la corde sur laquelle se fera la traversée en bicyclette, est muni en cette partie supérieure d'une sorte de petite gouttière large de vingt centimètres et d'une égale profondeur, et dans laquelle arrive l'eau, qui, en glissant tout le long de la toile peinte, produit l'illusion d'une chute d'eau véritable. Pour amener l'eau dans ce petit réservoir d'où elle s'échappe par débordement, sur le milieu et en arrière du portant se trouve disposé un gros conduit que l'on branche au moyen d'un fort tuyau de caoutchouc sur la canalisation d'eau du théâtre. Ce conduit principal, à sa partie supérieure, débouche dans un autre tuyau formant le T avec lui, tuyau qui suit dans toute sa longueur le petit réservoir d'où l'eau s'échappe. C'est par une infinité de petites ouvertures pratiquées dans ce tuyau supérieur que l'eau se distribue dans la rigole avant de couler le long de la toile peinte.

Enfin, un réservoir en zinc installé dans le premier dessous du théâtre reçoit, sans qu'elle puisse rejaillir sur la scène, toute la masse liquide qui est sur-le-champ amenée à l'égout par un conduit de décharge.

L'installation entière de ce truc ingénieux, qui, comme l'on voit, est d'une grande simplicité, est l'œuvre de M. Brabant, chef machiniste du théâtre de la Gaîté.

G. Vitoux.

ÉLECTRICITÉ

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE WEST END, A BOSTON

L'Europe est distancée par les Américains en matière de tramways électriques. Tandis qu'après des études laborieuses et longues, on se décide de temps à autre de ce côté de l'Atlantique à tenter quelques expériences, en faisant circuler quelques voitures électriques sur une voie servant à la traction par chevaux, sans rien modifier à la circulation, et que l'on discute encore l'avenir probable et plus ou moins éloigné de ce système, pendant ce temps, les Américains mettent couramment en œuvre un système de traction électrique qui utilise 10 000 chevaux de force, et ils l'approprient d'une façon complète à la traction.

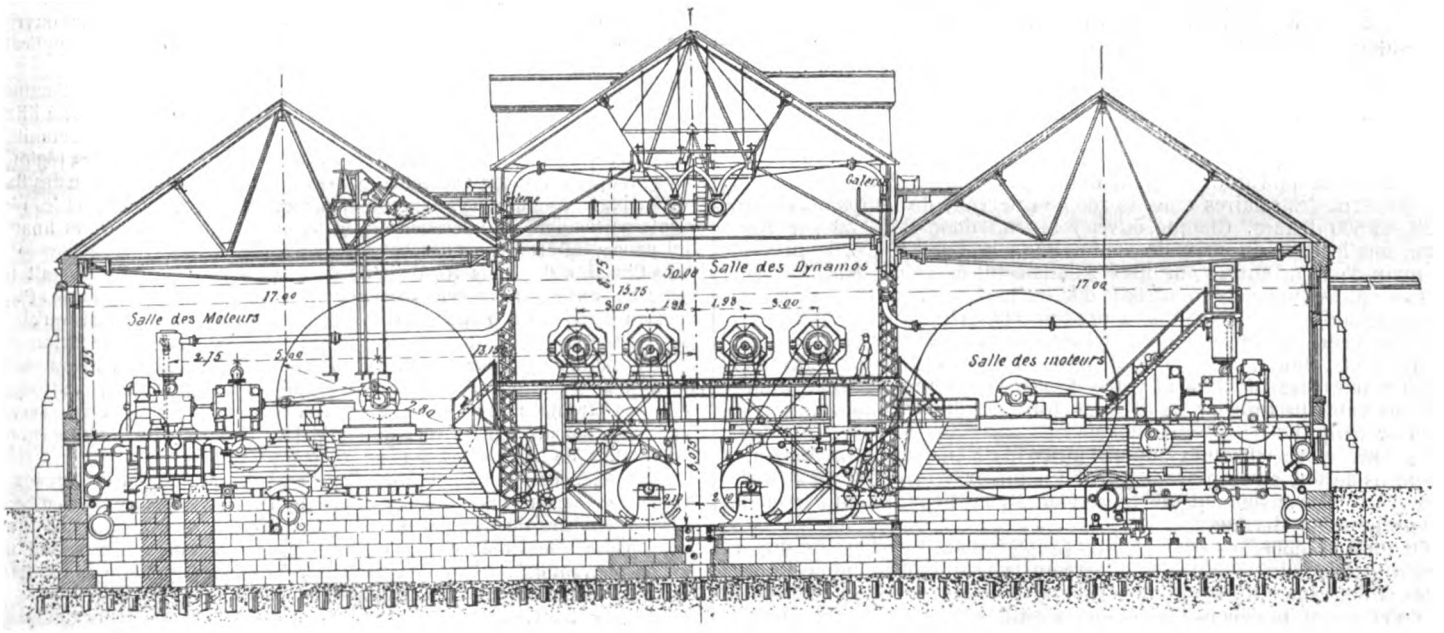


Fig. 1. — Station génératrice de la West End Tramway Cº, de Boston. — Coupe transversale de la salle des machines et dynamos.

C'est la West End Tramway Company, de Boston, qui nous fournit actuellement l'exemple d'un système de traction électrique le plus

Digitized by Google

important du monde. Cette Compagnie, qui date de 1887, a fusionné en 1888 avec d'autres Compagnies. A cette époque, elle possédait 1 500 voitures en service et une cavalerie de 7 800 chevaux, avec un capital de 50 000 000 de francs.

Le terrain occupé par la station génératrice mesure 250 mètres sur 88 mètres. Le sol étant composé de terres rapportées, les fondations ont exigé de très grandes précautions pour leur établissement. La chambre des machines repose sur 6 000 pilotis enfoncés dans le sol et recouverts d'une couche de béton d'une épaisseur de 1m 80.

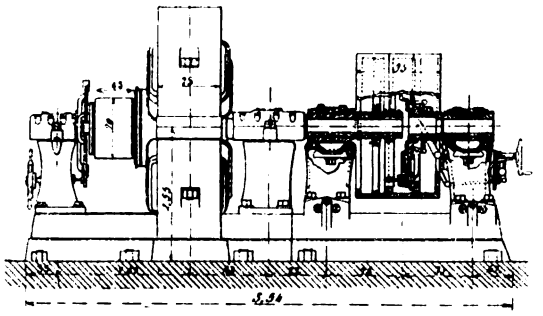
Il y a 12 batteries de chaudières du système Babcock et Wilcox produisant 24 000 chevaux.

La figure 1 représente une coupe transversale de la chambre des machines et dynamos et montre les fondations.

La station, une fois complétée, renfermera 13 unités. Chaque unité comprendra une machine Reynolds-Corliss à triple expansion et à condensation, avec pompe à circulation et à air et un condenseur Wheeler.

Les dynamos (fig. 2 et 3) ont quatre coussinets chacune et un manchon de débrayage dans l'intérieur de la poulie. La tige de l'armature est ainsi entièrement indépendante des coussinets des poulies, et la dynamo peut être arrêtée ou mise en mouvement pendant la marche de la machine.

Chaque génératrice développe 600 volts et 600 ampères ou 360 000 watts par 400 tours. Environ 290 kilomètres de fils sont utilisés ; les isolateurs (fig. 4) sont en mica.



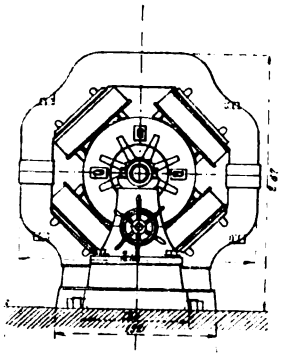


FIG. 2 et 3. — Coupes horizontale et transversale d'une dynamo.

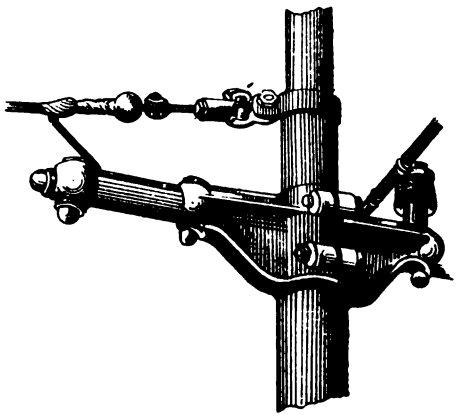


FIG. 4. — Mode de support des câbles aériens dans les rues de Boston.

F. DESQUIENS,
Ingénieur civil.

INFORMATIONS

Quantité de travail fournie par un ouvrier en Amérique du Nord et en Europe.

Il résulterait d'observations monographiques publiées par le journal des *Chambres de Commerce des Etats-Unis*, que dans un grand nombre de branches d'industrie, le travail humain fournit aux Etats-Unis un rendement meilleur marché que celui qu'on obtient en Europe, et cela malgré les salaires beaucoup plus élevés qu'y gagne l'ouvrier.

Il y est démontré, par exemple, que le travail humain nécessaire pour tisser certaines étoffes communes de coton demande, pour 100 yards (le yard = 91cm4), un salaire qui varie comme il suit : en Allemagne et en Suisse, 3 francs; en France, 3 fr. 40; en Angleterre, 2 fr. 75; aux Etats-Unis, 2 francs. Donc, aux Etats-Unis, où cependant le salaire de l'ouvrier est plus élevé, le rendement se trouve être, en somme, plus économique.

Ce phénomène, en apparence paradoxal, trouve son application dans cette circonstance que, tandis qu'en Suisse, en Allemagne et en France, un ouvrier conduit ordinairement deux ou trois métiers, aux Etats-Unis un seul ouvrier suffit pour en conduire six ou huit.

Observation semblable pourrait être faite pour la fabrication de l'acier; l'ouvrier américain gagne plus et produit à meilleur marché que l'ouvrier européen.

Dans un des plus grands établissements d'horlogerie des Etats-Unis, dans lequel on fabrique l'horloge et la montre *Waterbury*, qui commencent à se répandre à Paris, vu leur bas prix et leur qualité intrinsèque, le salaire hebdomadaire de l'ouvrier est en moyenne de 53 francs, soit quatre fois plus élevé que celui qui a cours dans la Forêt-Noire, en Suisse, et dans le Jura français.

Cette fabrique occupe 420 personnes, dont la moitié sont des femmes; 9 000 horloges sortent par semaine de cet établissement. Ces horloges sont vendues aux marchands en détail à raison de 7 fr. 50 l'une; les recettes de la fabrique s'élèvent donc par semaine à 67 500 francs. Le montant des salaires dans le même intervalle de temps ne s'élève qu'à 22 500 francs. Chaque ouvrier touche donc 2 fr. 50 par horloge, soit le tiers du prix de vente. Dans la Forêt-Noire, le prix de la main-d'œuvre entre pour les $^3/_5$ dans celui de l'objet fabriqué.

Les chiffres officiels montrent, d'autre part, qu'aux Etats-Unis 600 ouvriers suffisent aujourd'hui à produire la même quantité d'ustensiles agricoles, pour laquelle il fallait, il y a 20 ans, 2 145 ouvriers.

Autrefois, dans le tissage à la main, un ouvrier adulte effectuait dans une semaine de 42 à 48 yards de *shirting* ordinaire; aujourd'hui, un tisserand produit, grâce à la machine, 1 500 yards dans le même laps de temps.

Les transports effectués aujourd'hui dans l'Amérique du Nord par chemins de fer, en employant 250 000 hommes, n'auraient pu se faire jadis, par le roulage, qu'au moyen de 13 millions d'hommes et de 54 millions de chevaux.

Quant aux dépenses générales de l'exploitation des chemins de fer de l'Amérique du Nord, elles atteignent trois milliards aujourd'hui ; mais si l'on voulait accomplir le même travail au moyen d'hommes et de chevaux, la dépense serait de 55 milliards.

On voit par ces quelques exemples, quelle révolution ont amenée dans l'industrie la vapeur, les machines et la division du travail.

V. TURQUAN.

Exposition de Chicago (1).

Nous recevons de la Chambre de Commerce de Paris la communication ci-après, qu'il nous paraît intéressant de reproduire in-extenso.

Vu les circulaires de M. le Ministre du Commerce, en date des 6 juin et 7 août 1891, relatives à l'Exposition de Chicago :

La première invitant la Chambre de Commerce de Paris à lui signaler les observations suggérées par le règlement général de cette Exposition, et les modifications à réclamer du Comité américain ;

La seconde, déclarant que M. le Ministre avait obtenu, en faveur de nos exposants, de sérieux avantages de la part des délégués du Comité et du Gouvernement américain, avantages qu'il réservait de porter à la connaissance des Chambres de commerce dès qu'il aurait reçu la lettre officielle qui doit les formuler ;

Considérant que rien n'est venu confirmer les avantages dont il s'agit, ni modifier les rigueurs du règlement primitif qui sont de nature à motiver les justes inquiétudes et, par suite, les abstentions de nos nationaux ;

Considérant que dès le 2 juillet 1891, la Chambre de Commerce de Paris constatait combien ces abstentions seraient regrettables, notamment en ce qu'elles donneraient lieu à des interprétations défavorables à notre industrie et contribueraient au détournement d'un grand courant d'affaires au détriment de notre commerce et de notre région ;

Mais que la Chambre de Commerce déclarait, en même temps, que ces abstentions seraient inévitables si le règlement primitif était maintenu tel quel, et si toutes garanties n'étaient assurées à nos nationaux, tant pour la libre introduction des marchandises à exposer, que pour la sauvegarde des marques de fabrique, la protection de la propriété industrielle, artistique et littéraire, et la facilité pour les exposants, d'emmener avec eux leurs ouvriers, commis ou autres employés, sans les voir exposés à tomber sous l'application des lois d'immigration ;

Considérant, d'un autre côté que, sous ces réserves, la Chambre de Commerce a été la première à signaler l'intérêt de la participation de la France à l'Exposition de Chicago et à signaler à M. le Ministre du Commerce l'opportunité de pourvoir, quand le moment serait venu, à la création de Comités régionaux pour grouper les futurs exposants, et provoquer leurs adhésions en les fixant sur les bases générales de l'Exposition, sur les conditions spéciales et les règlements particuliers de la section française, et enfin sur le concours financier qui pourra lui être demandé:

La Chambre de Commerce de Paris déclare de nouveau qu'elle serait heureuse de pouvoir prêter son concours aux Comités locaux et aux autres Chambres de Commerce, en appuyant et centralisant leurs efforts ; mais qu'elle ne peut, à son vif regret, se faire actuellement ainsi le centre d'une action d'ensemble, faute de pouvoir donner à nos exposants à Chicago, l'assurance formelle qu'ils y jouiront d'une situation égale à celle que nous avons toujours faite aux étrangers, et notamment aux Américains en pareille occurrence, et que nos nationaux bénéficieront de semblables facilités pour la réception et la présentation de leurs marchandises.

En conséquence, la Chambre de Commerce décide que, en expliquant par les motifs ci-dessus, l'attitude d'expectative qui lui est imposée, elle demandera à M. le Ministre du Commerce, de vouloir bien faire connaître s'il a reçu une réponse officielle du Conseil ou du Gouvernement américain, cette Chambre ne pouvant qu'autant qu'elle sera fixée à cet égard, prendre une initiative active en vue de la proximité de l'Exposition de Chicago.

Paris, le 13 février 1892.

Le Secrétaire, MARTIAL BERNARD. — *Le Président,* J. COUSTÉ.

(1) Extrait sommaire des délibérations de la Chambre de Commerce de Paris.

Digitized by Google

Le Concours agricole de Paris.

Cette belle exposition d'agriculture prend d'année en année une importance plus grande par le nombre des machines aussi bien que par celui des magnifiques animaux exposés.

Cette année, tout l'ancien palais de l'Industrie est occupé par les stalles réservées au bétail et aux animaux de basse-cour; ce n'est qu'à grand'peine que l'on a pu donner à l'exposition des appareils de laiterie un espace assez resserré et bien sombre.

Nous ne pouvons encore, pressé par le temps, donner une revue complète de tous les appareils exposés, mais il nous paraît intéressant d'appeler l'attention sur deux expositions particulières qui se trouvent près du passage du grand escalier de la nef.

Parmi les appareils exposés sous la tente de M. Salmson, nous voyons un curieux modèle de turbine étiqueté « écrémeuse à rotule ».

Ce type, d'invention récente, constitue une innovation hardie dans la construction des turbines. Il n'y a plus, pour guider l'axe vertical de la turbine qui tourne à 7 ou 8000 tours, qu'un seul palier, ou mieux qu'une seule crapaudine montée dans une boîte sphérique.

Cette boîte repose dans une autre sphère, et cette articulation, bien dénommée à rotule, permet théoriquement des mouvements dans tous les sens.

Mais à sa partie supérieure, l'arbre passe dans un anneau métallique dont le centre est sur la verticale du centre de la sphère. L'arbre ne touche pas cet anneau; il ne le rencontre qu'accidentellement au moment de la mise en marche. Cet anneau sert de guide et non de palier.

La commande se fait par câble de cuir ou corde, tout près de la sphère, et à l'extrémité supérieure de l'arbre est boulonné le bol de la turbine dans laquelle se fera l'écrémage.

En rotation, cet appareil représente une toupie dont le mouvement serait entretenu par la transmission. Cette disposition diminue évidemment les frais de graissage, et l'expérience en a, nous dit-on, confirmé les qualités.

L'exposition la plus curieuse du concours agricole est sans conteste l'installation d'une fabrication de graisse alimentaire, sous forme d'une petite usine, qui fonctionne devant le public et peut livrer plusieurs milliers de kilogrammes de crème Mouriès par jour.

Le procédé de préparation de cette crème est entièrement nouveau et mérite l'attention de l'Ingénieur.

Les matières premières de la préparation de ce produit sont l'oléomargarine extraite des graisses fraîches du bœuf et le lait pur.

Pour les associer ensemble, on fait couler dans une turbine tournant à 4 000 tours, une certaine quantité de lait qui vient s'étaler en couche presque cylindrique le long des parois verticales. Puis on fait couler ensemble et dans des proportions voulues, le lait et l'oléo. Cette dernière matière s'applique à la partie intérieure du lait et sur le lait dont elle reste séparée.

On vient alors puiser, au moyen d'un tube très fin, à la fois dans les deux couches de lait et d'oléo.

Les deux matières s'engouffrent simultanément dans ce tube sous l'influence de l'énorme force centrifuge: elles se pénètrent mutuellement, s'émulsionnent ensemble d'une façon parfaite. Le mélange coule alors sur un cylindre d'acier refroidi par une machine à glace; là, il se fige, et devenu solide il est tout à fait analogue au beurre naturel.

Ce procédé est appelé, croyons-nous, à recevoir de nombreuses applications industrielles.

Nous aurons sans doute occasion de revenir avec quelques détails sur les autres expositions du concours agricole.

R. Lezé,
Professeur à l'Ecole de Grignon.

Nouveau procédé de conservation des viandes.

Les procédés actuels de conservation des viandes comportent presque tous l'emploi du nitrate de potasse ou salpêtre, qui a l'inconvénient de rendre l'opération de la salaison très longue, et, de plus, durcit la partie extérieure de la viande.

Un nouveau produit, appelé Préservaline, évite, d'après ce que rapporte le *Moniteur scientifique de Quesneville*, ce double inconvénient; il se consomme déjà en grandes quantités en Amérique sous forme de poudre rouge et blanche. Un essai qualitatif a démontré l'absence de nitrate et la présence de l'acide borique combiné avec une base. Les poudres rouge et blanche sont de même composition, sauf que la coloration de la poudre rouge est due à l'addition d'un peu de rosaniline. L'analyse quantitative a fourni les résultats suivants :

Biborate de soude	44,18 %
Chlorure de sodium	45,31 %
Humidité	7,80 %
Impuretés	2,83 %

Ce n'est donc, en pratique, qu'un mélange sensiblement égal de borax et de sel commun, ne communiquant à la viande une couleur rouge-cerise que par suite de la présence d'un colorant quelconque. Le colorant de la poudre rouge a été reconnu exempt d'arsenic; toutefois, l'analyse n'ayant porté que sur un seul échantillon, il serait téméraire de conclure à l'innocuité des viandes renfermant de la rosaniline.

En Allemagne, M. G. Polenski a déjà entrepris et publié une série de recherches sur les divers produits actuellement en usage pour la conservation des viandes. Nous reproduisons ci-après les formules des procédés les plus usités.

Les *Véritables conservateurs australiens et américains* sont tous deux des liquides presque incolores, émettant une forte odeur d'acide sulfureux. Ils ne diffèrent entre eux que par la force de la solution. Leur composition par litre est la suivante :

	Conservateur australien.	Conservateur américain.
	gr.	gr.
Chaux	11,08	26,42
Acide sulfureux	46,03	89,60
Oxyde de fer et d'alumine	0,39	1,80
Acide silicique	0,52	1,20

Les *sels préservateurs de R. Leisenthal* sont de deux sortes : l'un, ne rougissant pas la viande, est composé de 48,40 % de borax, 39 % d'eau de cristallisation, 3,44 % de sel commun et 9,10 % de bicarbonate de soude; l'autre, rougissant la viande, se compose de 28,34 % d'acide borique, 9,58 % de sel commun, 57,35 % de salpêtre et 4,50 % d'eau.

Le *Liquide conservateur de Stuttgart* est un liquide acide de couleur jaunâtre, dégageant une forte odeur d'acide sulfureux. Il contient par litre :

	gr.
Acide arsénieux	0,103
Sel commun	5,500
Phosphate de chaux	41,940
Sesquioxyde de fer et d'alumine	0,440
Acide sulfureux	37,440
Acide phosphorique libre	6,050

La *poudre Minerva préservatrice* est composée de 25 % de sel commun, 17,7 % d'acide borique, 38,8 % de sulfate de soude, 9,2 de sulfite de soude et 9,3 % d'eau.

Enfin, la *Barménite du Dr Rueger* se compose de borax et de sel commun en parties égales.

Toutes les formules ci-dessus ne comportent aucune matière colorante; c'est la présence du salpêtre qui leur donne la propriété de rougir la viande. Afin d'obtenir le même résultat en évitant d'introduire le salpêtre dans la composition de la Préservaline, l'inventeur a imaginé d'y ajouter une teinture. On emploie la Préservaline rouge normale pour saler le porc et le bœuf dans la proportion d'une livre pour 100 livres de viande.

Les données précises concernant l'action du borax sur l'organisme humain font défaut; on peut toutefois affirmer que son usage continu, même à petites doses, peut produire des effets pernicieux.

H. C.

Emploi du nickel pur pour la construction des mesures de capacité.

Un décret rendu par le Président de la République, à la date du 30 janvier 1892, sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, rend légal l'emploi du nickel pur pour la construction des mesures de capacité. En voici le texte :

Article premier. — L'emploi du nickel pur est autorisé pour la construction des mesures de capacité destinées au mesurage des liquides.

Art. 2. — Après l'expiration d'un délai de trois mois à partir de la promulgation du présent décret, les mesures en étain présentées à la vérification première ne pourront être fabriquées avec un alliage contenant plus de 10 % de plomb ou des autres métaux qui se trouvent ordinairement alliés à l'étain du commerce.

Art. 3. — Il n'est pas dérogé aux dispositions des tableaux et instructions annexés à l'ordonnance du 16 juin 1839, en ce qui concerne la forme, les dimensions et les autres garanties que doivent présenter les mesures de capacité mentionnées au présent décret.

Ce décret intéresse tout particulièrement l'industrie française, en raison des richesses minières de nickel que la France possède en Nouvelle-Calédonie. Le nickel trouvera certainement de plus en plus dans les procédés industriels, soit à l'état pur, soit à l'état d'alliages, des usages utiles et nouveaux.

Concours de la Société française d'hygiène en 1892 et 1893.

La Société française d'hygiène a mis au concours les questions suivantes :

1° Pour l'année 1892, la question toute d'actualité :

Hygiène coloniale : « Exposer au point de vue pratique, les principes d'hygiène qui, dans nos colonies, doivent diriger l'Européen, en ce qui concerne l'habitation, le genre de vie, le vêtement, l'alimentation et le travail. »

Les prix consisteront en une grande médaille d'or, et deux médailles d'argent offertes par M. le Dr Péan, président de la Société.

Les Mémoires devront être envoyés dans les formes académiques ordinaires, avant le 81 juillet (dernier délai), au siège social, 30, rue du Dragon, Paris.

2° Le thème proposé par la Société pour le concours de 1893 est le suivant :

« Hygiène et éducation physique de l'adolescence, pour faire suite aux trois *tracts* déjà publiés sur l'hygiène et l'éducation de l'enfance (de la naissance à douze ans). »

Les prix consisteront en une médaille d'or, une médaille d'argent et deux médailles de bronze.

Les Mémoires qui ne devront pas dépasser 32 pages in-8° seront remis dans les formes académiques avant le 1er août 1893 au siège social, 30, rue du Dragon, Paris.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 janvier 1892.

Chimie. — *1° Sur la combinaison directe de l'azote avec les métaux alcalino-terreux.* Note de M. MAQUENNE.

On ne connaît, jusqu'à présent, qu'un très petit nombre de métaux susceptibles de fixer directement l'azote en proportion notable, et ceux qui, comme le magnésium et l'aluminium, donnent naissance à des combinaisons azotées définies, ne manifestent cette propriété qu'au rouge-blanc. M. Maquenne a reconnu que les métaux alcalino-terreux donnent lieu aux mêmes résultats dès la température rouge-cerise, formant ainsi des azotures immédiatement décomposables par l'eau avec production d'ammoniaque. Il donne dans cette note les moyens qu'il a employés pour trouver ces composés.

Il résulte de ces expériences que les métaux alcalino-terreux sont susceptibles de s'unir rapidement à l'azote sous l'action de la chaleur, et en l'absence complète de carbone ou de ses composés, ce qui écarte toute hypothèse relative à la formation préalable d'un carbure métallique.

La facilité avec laquelle cette combinaison s'effectue, témoigne d'une affinité toute particulière de ces corps pour l'azote et peut ainsi fournir une nouvelle interprétation de la synthèse des cyanures alcalino-terreux par l'action simultanée de l'azote et du carbone sur les bases correspondantes.

2° Nitration des hydrocarbures de la série des méthanes. Note de M. KONOVALOFF.

Electricité. — *Sur les phénomènes électro-capillaires et les différences de potentiel au contact.* Note de M. GOUY.

M. Gouy s'est proposé, en vue de la question toujours controversée des différences de potentiel au contact des métaux, de mesurer la tension superficielle des amalgames liquides plus ou moins polarisés, par comparaison avec celle du mercure.

L'auteur, après avoir décrit la façon dont il opère cette mesure, arrive à établir les deux lois suivantes :

1° Dans un système formé de mercure non polarisé, d'eau acidulée sulfurique et d'un amalgame à $^1/_{1000}$ plus ou moins polarisé, la tension superficielle de l'amalgame est fonction de la différence apparente du potentiel δ entre l'amalgame et le mercure, et cette fonction reste la même si l'on remplace l'amalgame par du mercure.

2° La différence de potentiel au contact entre le mercure et les amalgames à $^1/_{1000}$ est nulle ou petite, en admettant la théorie de Helmholtz.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale

Décembre 1891.

Eolipyles, chalumeaux, etc. — M. le Dr PAQUELIN présente cinq appareils :

Un chalumeau ;

Un fer à souder qui en est l'application ;

Deux foyers de platine, qui donnent un éclat comparable à celui de la lumière électrique et dont l'un reste incandescent au milieu de l'eau ;

Puis un éolipyle à régulateur étanche ;

Enfin un éolipyle à réservoir indépendant.

Ces cinq appareils brûlent de l'essence minérale.

Le chalumeau, le fer à souder, les foyers de platine sont alimentés par un carburateur à robinet doseur-mélangeur, qui a été décrit dans une précédente communication et auquel est adaptée une poire de Richardson.

Les éolipyles sont, on le sait, des instruments qui s'actionnent eux-mêmes ; l'auteur les a nommés des automatiques souffleurs.

Extracteur Prost. — M. DESPOISSE présente à la Société un extracteur automatique d'eau condensée imaginé par M. Prost et qui repose sur le principe suivant :

Au fond d'un réservoir plein d'eau et ouvert librement à l'air, on fait arriver l'extrémité de la conduite de vapeur à purger ; l'extrémité de ce tuyau est fermée, tandis que latéralement elle présente de petits trous. L'eau de condensation sort par ces trous et se mêle à l'eau du réservoir, l'échauffant à 100° environ ; lorsque c'est de la vapeur qui passe, cette dernière traverse le liquide pour s'échapper en bulles.

Au-dessus du tuyau d'arrivée, on dispose une cloche plongée dans l'eau et communiquant avec elle par-dessous.

L'eau de condensation sortant sous la cloche communique donc avec l'eau du réservoir et peut être évacuée par un orifice *ad hoc*, mais la vapeur reste emprisonnée sous la cloche qu'elle soulève. L'inventeur utilise alors ce mouvement ascensionnel pour faire manœuvrer une fermeture spéciale du tube. Lorsque la vapeur ainsi emprisonnée s'est condensée et mélangée à l'eau, la cloche redescend ouvrant de nouveau le tube. Celui-ci laisse échapper soit de l'eau qui est évacuée, soit de la vapeur qui soulève la cloche et ferme à nouveau le tube.

Quant à la fermeture, voici comme elle s'opère. La cloche est guidée de façon à produire en s'élevant un mouvement de rotation qui est communiqué à un véritable écrou qui présente des évidements. Quand la cloche s'élève, cet écrou présente ses parties pleines vis-à-vis des trous du tuyau et les bouche ; quand au contraire elle s'abaisse, l'écrou présente ses évidements devant les trous, qui peuvent alors laisser passer l'eau ou la vapeur.

Cet appareil a l'avantage de ne présenter ni soupapes ni robinets, et sa visite ne nécessite ni de faire ni de défaire des joints.

Foyer fumivore. — M. LEROUX fait une communication sur un nouveau foyer fumivore économique système Cohen.

Ce qui caractérise tout spécialement ce foyer, c'est la division de la combustion en deux phases successives bien distinctes :

1° Distillation du combustible et combustion des éléments gazeux ;

2° Combustion des combustibles distillés ou cokes.

Le foyer Cohen fonctionne avec le tirage naturel.

Il comporte trois grilles jouant chacune un rôle spécial dans la combustion. Le chargement se fait par trémie, ce qui évite toute rentrée d'air froid et assure la bonne conservation des tôles de coup de feu ; le combustible descend ensuite sur la première grille, dite mâchoire, en raison du mouvement que l'on peut lui donner.

Cette grille est celle où le charbon distille par suite du rayonnement d'une voûte réfractaire fortement chauffée.

Les matières volatiles dégagées sont intimement mélangées à l'air arrivant à travers cette petite grille et par des ouvertures latérales. Leur combustion est assurée par leur passage entre la deuxième grille toujours chargée de combustible en ignition et la voûte réfractaire portée à haute température. Les poussières charbonneuses entraînées par le tirage avec les matières volatiles sont également brûlées et la fumivorité se trouve réalisée.

La grille intermédiaire, inclinée à environ 45°, sert à la combustion des charbons distillés ou cokes. Elle fonctionne comme une grille ordinaire, avec cette différence toutefois que l'air, pour pénétrer dans le foyer, doit traverser la couche de combustible et que toute entrée d'air froid est supprimée. Cette grille est pourvue d'une arrivée d'air séparée permettant la combustion des cokes avec le minimum d'air nécessaire.

La troisième grille, dite de décrassage, reçoit les cendres et les mâchefers. Ces derniers sont cassés au ringard et extraits avec un crochet par l'intervalle compris entre la grande grille et la grille inférieure.

Cette opération, loin de refroidir la chaudière et de faire tomber la pression, a plutôt pour effet de la faire monter, puisqu'elle redonne au feu une nouvelle activité.

La descente du combustible se fait généralement d'elle-même. On peut toutefois l'activer, soit au moyen d'un sabre en fer plat passé dans la trémie, soit par la manœuvre des grilles mâchoires.

Il est bon de signaler en outre :

1° Que la trémie mobile autour d'un axe peut se rabattre sur le devant du foyer pour dégager les portes du générateur et faciliter son nettoyage ;

2° Que l'on peut abaisser la grille intermédiaire jusqu'à la rendre horizontale, pour jeter bas les feux en cas d'arrêt ou d'accident.

G. P.

SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES
des Ecoles nationales d'Arts et Métiers.

La Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'Arts et Métiers, présidée par M. J. MESUREUR, Ingénieur, entrepreneur de travaux publics, vient de renouveler le bureau de son comité.

Ont été nommés vice-présidents : MM. SOLEVILLE, entrepreneur de travaux publics, AUDIENTIS, directeur de l'usine de la maison Félix Potin, HARET, entrepreneur de menuiserie.

Trésorier, M. BAZAILLE, inspecteur principal de la Compagnie de l'Ouest en retraite.

Secrétaire, M. DEGOUET, Ingénieur, de la maison Ph. Roux et Cie.

BIBLIOGRAPHIE

Dictionnaire des Arts et Manufactures. Encyclopédie technologique, 7e *édition*, 5 volumes in-4° illustrés de plus de 5 000 figures sur bois. G. Masson, éditeur, Paris. — Prix : **120** francs.

Le *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, l'œuvre à laquelle M. Ch. Laboulaye a consacré sa vie, vient d'être l'objet d'une réédition.

Enrichi de nombreux et importants articles à la suite de l'*Exposition de 1889*, grâce au concours des collaborateurs de M. Ch. Laboulaye qui continuent son œuvre, ce Dictionnaire constitue une vaste *Encyclopédie technologique*, tenue constamment au courant des progrès accomplis.

Toutes les questions à l'ordre du jour de l'industrie y sont traitées avec un juste développement, et d'après la méthode qui a présidé à la rédaction de l'ouvrage et qui peut se résumer ainsi : « *Mettre toujours la théorie à côté de la pratique. Montrer que la Science et l'Art doivent être les bases de l'industrie.* »

Le succès constant qu'a obtenu le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* depuis sa première édition, auprès des Ingénieurs et des industriels, est une preuve de l'excellence de cette méthode, qui rattache l'industrie à la science et qui peut seule ouvrir la voie aux progrès.

Parmi les sujets remaniés ou traités à nouveau dans leur entier, nous citerons : l'*Electricité*, la *Métallurgie*, les *Canaux*, le *Matériel des chemins de fer*, le *Sucre*, le *Verre*, l'*Eclairage*, les *Travaux publics*, les *Constructions métalliques*, les *Machines-outils*, les *Instruments d'agriculture*, la *Statistique industrielle et agricole*, la *Statique graphique*, les *Institutions de prévoyance* (Caisses de retraite, Assurances, Réglementation du travail, Sociétés coopératives, Syndicats professionnels, etc.).

Le *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, parvenu à sa *septième* édition, comprend aujourd'hui 5 volumes (ou 50 livraisons, 10 par volume).

C'est un ouvrage de recherches et d'étude, que l'on consulte non seulement pour y trouver des renseignements sur sa propre industrie, mais souvent aussi sur les procédés des industries connexes et sur les questions générales qui intéressent toute entreprise industrielle ou commerciale.

Nous nous félicitons, en annonçant à nos lecteurs cette *septième* édition du Dictionnaire Laboulaye, de constater la vitalité de ce bel ouvrage, appelé à rendre les plus utiles services aux industriels et aux Ingénieurs.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

La Télégraphie Duplex, théorique et pratique, par J. PÉGOT. 1 vol. in-18 illustré. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **3** fr. **50**.

Chemin de fer Métropolitain. Traction du Métropolitain parisien. Recueil d'articles parus dans le journal *le Métropolitain*, par Léon FRANCQ jeune, Ingénieur civil des Mines, 1 vol. in-4°. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **3** fr.

Almanach-Annuaire de l'électricité et de l'électrochimie (année 1892), par LECLERC, Ingénieur. 1 vol. de 260 pages. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **3** fr.

Théorie de l'invention, élaborée pour servir d'étude et de criterium en matière de brevetabilité et de contrefaçon, par Th. WIESEMANN, 1 vol. in-18. — E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **5** fr.

L'année scientifique (35e année), par Louis FIGUIER, 1 vol. in-16. — Hachette et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : **3** fr. **50**.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 17. N° 507 Samedi 27 Février 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chimie industrielle :** Les établissements de teinture et apprêts Chappat et Cie, à Clichy-la-Garenne, p. 269 ; Henri Mamy. — **Physique industrielle** : Le « Steam Loop » ou boucle de vapeur, système Walter Burnham, p. 274 ; Max de Nansouty ; — Humidification de l'air dans les tissages et dans les filatures, système Kœrting, p. 275 ; F. Desquiens ; — **Constructions navales :** Le lancement du *Goëland*, à Paris, p. 276 ; — **Architecture :** La nouvelle mairie du Xe arrondissement, à Paris (*planche XVIII*), p. 277 ; G. Foris. — Transformation du théâtre de la Porte-Saint-Martin, p. 278 ; L. de Thunimont. — **Mécanique :** Machine à vapeur à grande vitesse Willans à tige de piston creuse et tiroir central, p. 279 ; F. Delannoy. — **Chemins de fer** : Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 283 ; H. Heude. — **Études économiques** : Ecole des sciences politiques. Conférences sur les questions ouvrières (*suite et fin*), p. 285 ; E. Cheysson. — **Informations** : Frein à billes pour ascenseurs, p. 287 ; — Arrivages comparés du port d'Anvers en 1889, 1890 et 1891, p. 287 ; — Les grands hivers, p. 287 ; — L'ozonine, p. 287.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 5 février 1892, p. 288 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 11 janvier 1892, p. 288 ; G. Petit.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 288.

Planche XVIII : Nouvelle mairie du Xe arrondissement, à Paris.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LES ÉTABLISSEMENTS DE TEINTURE ET APPRÊTS CHAPPAT ET Cie à Clichy-la-Garenne.

Généralités. — On a donné plusieurs définitions de la teinture :

D'après Chevreul, c'est « l'art d'imprégner, aussi profondément que possible, le ligneux, la laine, la soie, la peau, de matières colorées qui y restent fixées mécaniquement ou par affinité chimique, ou à la fois mécaniquement et par affinité ».

On l'a aussi définie « l'art de faire pénétrer, dans les fibres textiles, des matières colorantes et de les y retenir fixées au moyen de certains agents désignés sous le nom de mordants ».

Quoi qu'il en soit et sans engager de controverse sur ces définitions, on peut dire que l'art de la teinture est aussi ancien que la société elle-même. On en retrouve des traces dans la plus haute antiquité.

La Bible fait mention des étoffes teintes en hyacinthe, en pourpre, en écarlate, qui devaient être offertes dans les sacrifices, et l'on sait que Salomon faisait venir de Tyr et de Sidon, pour l'ornement du Temple, des étoffes teintes des plus vives couleurs.

Tyr, surtout, était renommée pour sa pourpre, extraite d'un coquillage de la Méditerranée, et dont la découverte fut due au hasard : un pâtre rencontra un chien dont la gueule était rougie par l'absorption d'un coquillage ramassé au bord de la mer ; il ramassa des coquillages semblables, recueillit leur matière colorante et y trempa des toisons, qu'il vendit à Tyr.

On trouve souvent des étoffes teintes en bleu dans les bandelettes qui enveloppent les momies égyptiennes.

Hérodote, Strabon, Pline rapportent que les peuples de l'Inde s'habillaient de vêtements aux couleurs éclatantes.

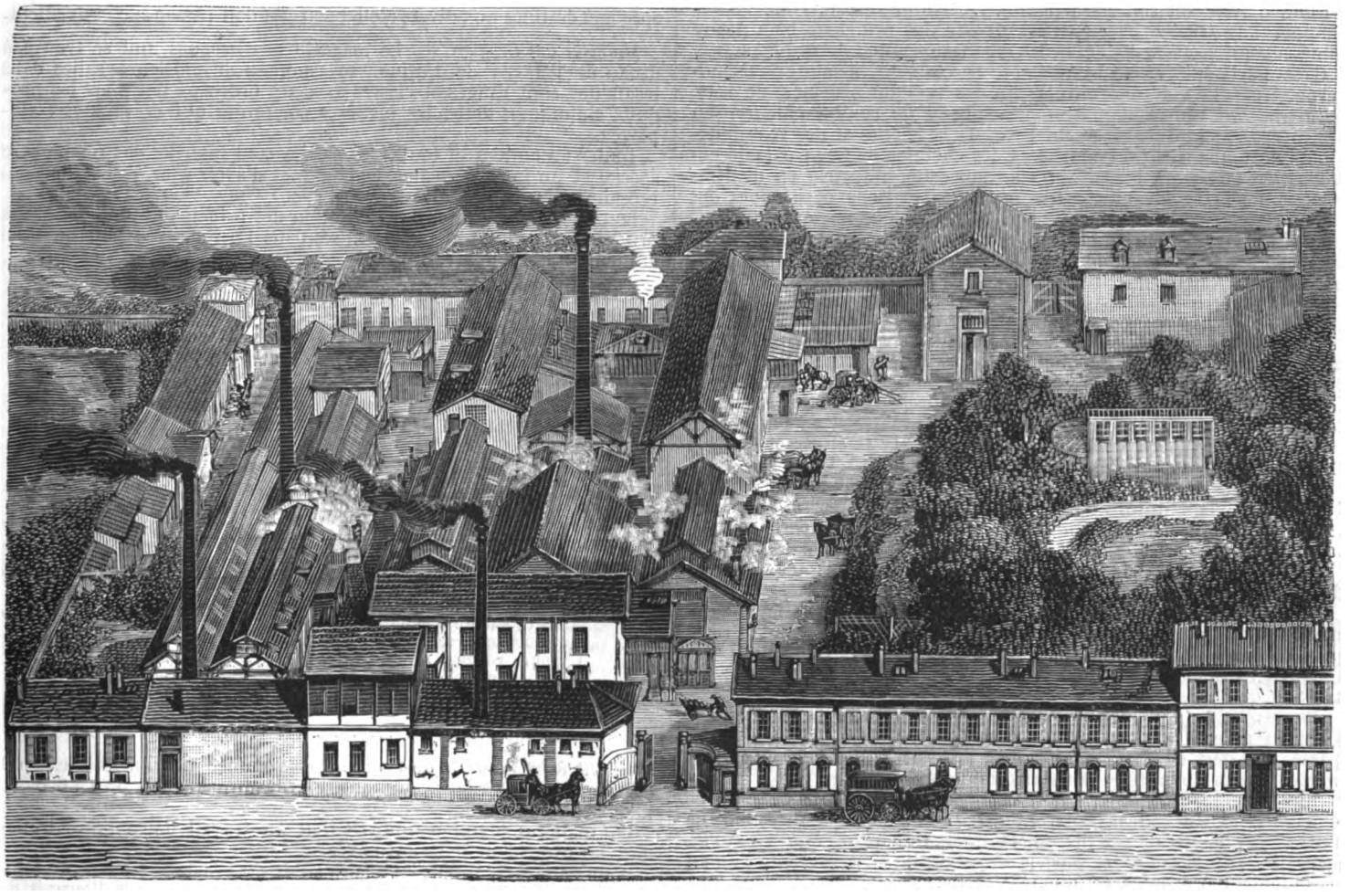


Fig. 1. — Vue générale des établissements de teinture et apprêts Chappat et Cie, à Clichy-la-Garenne.

On sait que chacune des divinités de l'Olympe avait sa couleur spéciale.

Les Grecs et les Romains employaient principalement, comme matières colorantes, la pourpre, le sang des oiseaux, le coccus, l'orcanette, le fucus, le kermès, le lotus, le genêt, la violette, l'écorce de noyer et de grenadier, le brou de noix, le pastel, la garance, l'indigo.

Peu à peu, la pratique de la teinture se perfectionne. On découvre

Digitized by Google

l'usage des mordants, et tout d'abord de l'alun de roche ; leur emploi se généralise. En 1300, Frederigo Oricelli découvre l'orseille, par la réaction des sels ammoniacaux sur la matière colorable de certains lichens La découverte du Nouveau-Monde apporte à la teinture le concours de nouvelles et précieuses matières colorantes, le rocou, le campêche, la cochenille, les bois du Brésil.

C'est vers le milieu du XVIe siècle, qu'un teinturier de Reims, Gilles Gobelin, établit à Paris, sur les bords de la Bièvre, une teinturerie de laines, qui devint plus tard la Manufacture nationale des Gobelins, à laquelle Colbert donna le monopole du mordant à l'étain, qu'il avait acheté au Hollandais Cornelius Drebbel.

En 1770, un Alsacien, Haussmann, établit à Rouen la première teinturerie en rouge d'Andrinople.

Jusqu'en 1789, les teinturiers étaient assujettis, en France, aux règlements établis par Colbert. Ils étaient partagés en deux classes : ceux du petit teint ou faux teint et ceux du grand teint ou bon teint. Leurs prérogatives étaient nettement délimitées et il était formellement interdit, sous des peines très sévères, à un teinturier d'une catégorie, d'empiéter sur les travaux de l'autre catégorie ; il lui était même défendu d'avoir chez lui des produits et des couleurs non spécialement destinés à son genre de fabrication.

Si, par exemple, dit M. Piéquet, on donnait au teinturier de grand teint une pièce de drap à teindre en noir solide sur fond de cuve, il donnait chez lui le fond de bleu indigo ou bleu pers, il dégorgeait au foulon, puis la portait au teinturier du petit teint, pour l'achever et la noircir au moyen du campêche, de la noix de galle, du vert-de-gris et du sulfate de fer, produits dont l'usage n'était pas permis au teinturier de grand teint.

Si la teinture a existé bien avant la chimie, elle doit aux découvertes de cette dernière science un essor considérable. C'est grâce aux travaux de Dufay que l'indigo est entré dans les applications industrielles. Les noms de Berthollet, Haussmann, Chaptal, Chevreul, Dumas, Persoz, Rosenstiehl, sont liés intimement à l'histoire des matières colorantes et des progrès de la teinture.

Vers le milieu du XIXe siècle, un grand fait se produisit dans les annales de cette industrie : c'est la découverte des matières colorantes artificielles.

En 1856, Perkin découvre la mauvérine ; en 1858, Verguin et Hoffmann créent la fuchsine.

A partir de cette époque, les découvertes se succèdent de jour en jour, apportant constamment de nouvelles couleurs à la palette du teinturier, et, à l'heure actuelle, la chimie des matières colorantes est loin d'avoir dit son dernier mot. La teinture est devenue véritablement une science exacte, reposant sur des principes bien déterminés et qui permet d'obtenir des résultats presque merveilleux.

C'est Paris qui a été le véritable berceau de la teinturerie moderne. C'est là que se sont établies les premières usines de cette industrie, au centre d'un immense noyau de consommateurs, au centre également du goût et du luxe, de la science et des renseignements de toute nature. Depuis lors, les chemins de fer, par la décentralisation qu'ils ont créée, ont répandu cette industrie en d'autres régions de la France, mais les anciennes maisons parisiennes ont soutenu victorieusement la lutte et conservé leur ancienne réputation. C'est du plus ancien et du plus important de ces établissements, de l'usine de teinture et apprêts pour tissus de laines, de MM. Chappat et Cie, à Clichy-la-Garenne, que nous allons nous occuper.

Historique de la Maison. — Fondé en 1800, à Paris, dans l'île Saint-Louis, par Pierre Gonin, cet établissement ne s'occupait primitivement que de la teinture, en toutes nuances, des écheveaux de laine, de soie et de coton. En 1822, M. François Boutarel, gendre de Pierre Gonin, entrait comme associé de son beau-père, et apportait une première transformation dans le travail et le matériel de l'usine, en joignant à la teinture des fils en écheveaux, la teinture et l'apprêt de toutes les étoffes de laine tissées en écru.

M. François Boutarel resta seul à la tête de l'établissement en 1828, et, pendant quinze ans, continua à le développer sans relâche, tant au point de vue du chiffre des affaires que des perfectionnements qu'il introduisit dans ses procédés et son outillage.

De 1828 à 1844, l'usine devint très importante et bientôt son local devint tout à fait insuffisant.

En 1845, elle fut transférée à Clichy-la-Garenne, dans l'emplacement qu'elle occupe aujourd'hui. De 1850 à 1860, elle fut dirigée par M. Aimé Boutarel, qui s'associa, à cette époque, à M. Louis Chappat ; ce dernier s'était fait remarquer dans la teinture par les travaux qu'il avait inaugurés dans la maison Francillon.

Depuis 1870, la direction de l'usine est passée aux mains de MM. Chappat père et fils, qui, continuant les traditions de ce glorieux passé, ont fait de cet établissement l'un des plus importants du monde par la quantité et la supériorité de ses produits.

Enfin, en 1885, la mort de M. Chappat père, qui comptait plus de cinquante années de travaux industriels, laissait la direction de l'usine aux mains de son fils, M. Ferdinand Chappat, que ses études spéciales, aux Gobelins et sous la direction de M. Chevreul, avaient parfaitement préparé à cette lourde tâche.

Ses travaux. — Sa production. — Les travaux de l'usine Chappat s'adressent exclusivement aux tissus de laine pure ou de laine et soie. Ils comprennent deux genres de travaux bien distincts : la teinture et l'apprêt.

Les principales étoffes auxquelles ils s'adressent sont les suivantes : Mérinos ; cachemires d'Ecosse et de l'Inde ; Valencias, voiles, bagnos, mousseline, châles, vigogne, armures, diagonales, drap amazone, drap d'été, articles de Reims, Roubaix, jerseys, et tous tissus à fouler.

Depuis la création de l'usine, sa production a été constamment en croissant :

En 1852, elle était de 3 500 000 mètres par an ;

En 1855, elle atteignait 4 300 000 mètres ;

En 1865, elle a été de 119 000 pièces de 80 mètres, longueur adoptée alors, ce qui donne environ 9 520 000 mètres ;

En 1876, ce chiffre s'est élevé à 133 000 pièces de 100 mètres ;

Enfin, en 1884, la production a dépassé 150 000 pièces de 100 mètres, soit un travail journalier de plus de 500 pièces teintes et apprêtées.

Description générale des usines. — Les usines de Clichy occupent une superficie d'un hectare et demi de terrain, dont la plus grande partie est couverte et qui a été occupée successivement par des agrandissements réitérés. Des machines à vapeur d'une force totale de 170 chevaux actionnent les diverses machines-outils, ainsi que les forges et l'atelier de réparation et d'entretien.

Un groupe de douze générateurs, représentant une force totale de 715 chevaux, fournit l'énorme quantité de vapeur nécessaire pour la force motrice, ainsi que pour les appareils de séchage et de vaporisage.

Quant à l'eau, dont on consomme des quantités immenses, (3 mètres cubes par minute), elle est fournie par 11 pompes qui la puisent dans la Seine et qui alimentent des réservoirs élevés d'environ 8 mètres.

Les principaux bâtiments de l'usine sont le laboratoire, le dépôt des drogues, les ateliers de préparation à la teinture, du dégorgeage, la teinture proprement dite, les apprêts et enfin les ateliers de mécanique, de chaudronnerie et de menuiserie.

Matières premières. — *Magasin des écrus.* — Les matières premières nécessaires au travail de l'usine sont de deux espèces :

1° Les pièces d'étoffes écrues qui doivent être soumises aux diverses opérations de teinture et d'apprêt ;

2° Les mordants et colorants qui doivent servir pour ces opérations.

Le magasin des écrus est un grand bâtiment construit en briques et fer. Les pièces écrues y arrivent en très grandes quantités et d'un grand nombre de régions. Il faut prendre des précautions minutieuses pour éviter toute confusion entre elles au cours des multiples opérations qu'elles auront à subir.

Après avoir été scrupuleusement examinée à la perche, afin de voir si elle est exempte de tout défaut qui nécessiterait son renvoi ou au moins un avis au client, la pièce é rue reçoit un numéro d'ordre qu'on brode à ses deux extrémités et qu'on inscrit sur des registres spéciaux destinés aux divers ateliers où elle doit passer successivement.

Magasin des Drogues. — Le magasin des Drogues, qui se trouve à droite de l'entrée de l'usine, se compose de plusieurs salles dans lesquelles sont rangés et classés avec un ordre parfait tous les produits chimiques, toutes les matières colorantes qui doivent être employés.

Toutes les entrées et toutes les sorties sont inscrites sur un registre spécial et un inventaire mensuel permet d'avoir à cet égard tous les renseignements nécessaires.

Le tableau suivant donne l'indication des principales matières et des principaux produits qui sont utilisés dans l'usine, avec leur quantité annuelle approximative :

Matières colorantes :

Carmin et composition d'indigo	35.000	kilogr.
Curcuma	40.000	—
Orseille	30.000	—
Bois . (Campêche. .) (Jaune . . .)	750.000	—

Couleurs extraites de la houille : jaunes, rouges, violets, bleus, verts, etc.

Agents chimiques :

Acide muriatique	20.000	kilogr.
— sulfurique	110.000	—
— oxalique	5.000	—
— picrique	1.000	—
Carbonate de soude	200.000	—
Savon	35.000	—
Tartre et cristaux de tartre	2.000	—
Alun et sulfate d'alumine	48.000	—
Oxymuriate et sel d'étain	5.000	—
Cyanure rouge	1.000	—
Bichromate de potasse	25.000	—
Sulfate de cuivre	32.000	—
— de fer	18.000	—
— de soude	30.000	—

Quant à la quantité de charbon consommée par l'usine, elle est d'environ 25 000 kilogr. par jour, c'est-à-dire d'à peu près 7 600 000 kilogr. par année.

Les matières premières qui servent au travail doivent être transformées avant leur mise en œuvre.

Pour certaines, il faut leur faire subir un broyage ; les bois de teinture doivent être découpés et servir à la préparation de l'extrait de teinture. Autrefois ces opérations s'effectuaient chez des façonniers. Mais aujourd'hui, pour une raison d'économie de main-d'œuvre et aussi pour éviter toute sophistication, les teinturiers font eux-mêmes ces travaux préliminaires.

Ainsi, à Clichy, les bois de teinture sont débités par des varlopes à vapeur, puis cuits dans trois chaudières chauffées à feu nu, avec la quantité d'eau nécessaire. Les extraits ainsi obtenus sont coulés dans des réservoirs en tôle pour le campêche, en bois pour les bois rouges et les bois jaunes. De ces réservoirs des tuyaux souterrains

Digitized by Google

les conduisent directement aux ateliers où ils doivent être employés.

Il faut ajouter à cet outillage un moulin à curcuma, des machines à broyer les divers cristaux, etc.

Opérations préliminaires. — *Grillage.* — Les étoffes sortant du magasin des écrus subissent tout d'abord l'opération du grillage, qui a pour but d'enlever tous les petits brins de fils qui, échappant à la torsion, forment une espèce de duvet sur le mérinos et le cachemire et autres et leur enlèvent ainsi leur caractère propre, qui est d'être ras.

Ce grillage s'effectuait autrefois en faisant passer l'étoffe sur une plaque en fonte, convexe, chauffée au rouge blanc. Ce système primitif est remplacé aujourd'hui par les machines à simple et à double rampe de gaz. Suivant qu'elles sont plus ou moins légères, les étoffes ne subissent qu'une ou deux fois ce grillage. Avec les machines perfectionnées de M. Dehaitre, qui sont installées à l'usine de Clichy, on peut même effectuer ce double grillage en une seule opération. Dans ces machines, la rampe de gaz est remplacée par une flamme continue qui passe entre deux lames métalliques.

Il est intéressant de signaler à cette occasion que M. Fernand Dehaître s'occupe en ce moment de la construction d'une nouvelle machine à griller par l'électricité.

Ce perfectionnement est basé sur le principe du chalumeau. En comprimant séparément le gaz et l'air, on rétrécit la longueur vacillante de la flamme, qui, dès lors, se dégage dans un plan unique et invariable sur toute la longueur de la rampe. La fumée est supprimée, parce que la combustion est complète; le nombre de passes est diminué, parce que l'effet utile est accru. Le tissu en sort sans fatigue et sans taches.

Dégorgeage. — Après avoir été grillées, les étoffes passent au dégorgeage. Cette opération a pour but d'enlever toutes les substances étrangères aux matières textiles et qui se rencontrent dans le tissu. Elles sont de deux espèces : les unes sont des matières grasses, les autres proviennent de l'encollage que l'on a dû faire subir aux fils afin de pouvoir les tisser. Cet encollage, qui se fait avec de la gélatine ou de la fécule, a pour but de donner aux fils une force suffisante pour qu'ils résistent à la tension à laquelle ils seront soumis pendant le tissage; en même temps, cette gélatine empêche les fils d'adhérer les uns aux autres.

Toutes ces matières étrangères seraient nuisibles à la teinture ; il faut donc les faire disparaître.

La première partie du dégorgeage est le désencollage, qui s'effectue par un simple passage dans des bains d'eau chaude, dont la chaleur varie suivant la nature du tissu.

Vient ensuite le dégorgeage proprement dit, qui comprend trois opérations : le savonnage, le rinçage et l'enroulage.

Le savonnage comprend :

1° Un passage dans un bain de savon et de carbonate de soude, à 30°, qui saponifie les matières grasses et insolubles et les rend solubles;

2° Un passage dans un bain de carbonate de soude à 35°-45°, qui dissout et extrait du tissu le savon et toutes les matières grasses.

Il ne reste plus qu'à rincer à grande eau les tissus pour les débarrasser de tous les produits alcalins qui s'y trouvent alors.

Enfin, avant de passer à la teinture, les étoffes subissent un apprêt humide qu'on appelle l'enroulage et qui doit effacer tous les plis.

Le dégorgeage se fait *en boyaux*, dans des barques; quelquefois *au large*, pour les étoffes légères.

Foulage. — Ici prend place un travail spécial au premier chef. Le tissu en laine cardée ne devient marchand que s'il a subit le retrait du foulage, qui, par un retrait de la fibre, remplit les vides, augmente l'épaisseur aux dépens des autres dimensions. M. Ferdinand Chappat, saisissant toute l'importance de ce traitement, n'a pas hésité à lui créer un atelier spécial. Là, on peut voir quatorze fouleuses, rangées en deux batteries, accomplir un travail varié qui les fait désigner sous les divers noms de signoles, rouleaux compresseurs, battoirs, maillets, etc.

Teinture. — La teinture, avons-nous dit, est l'union uniforme des matières colorantes avec les tissus. C'est presque toujours la laine qui se teint au bouillon, la soie à tiède et le coton à froid. Quelquefois la combinaison de l'étoffe et de la couleur se fait directement; d'autres fois elle exige l'intermédiaire d'un mordant. Les mordants spéciaux de la laine sont le sulfate d'alumine et l'oxyde d'étain, celui de la soie est l'alun, celui du coton est l'acétate d'alumine. Cependant, depuis l'emploi toujours croissant des couleurs d'aniline, l'usage de ces intermédiaires tend à disparaître.

Le mordançage de l'étoffe se fait soit directement, soit indirectement : directement, si le bain contient à la fois le mordant et la matière colorante; indirectement, si on mordance l'étoffe dans un bain spécial avant de la faire passer au bain de teinture. Le choix du procédé dépend de la nature de l'étoffe, de la teinte qu'on veut obtenir, et des ingrédients qui y concourent.

Aperçu sur la fixation des couleurs. — De toutes les matières solubles, acides, bases, sels, pigments, susceptibles de pénétrer les pores de la fibre, animale ou végétale, un nombre très restreint demeurent emprisonnées dans sa masse au point de résister à des lavages multipliés. Tandis que les unes sont retenues, les autres tombent. Telle fibre qui retient tel sous-sel ou tel colorant, lâche les autres.

Ces faits font pressentir la nécessité d'une manière d'être ou de devenir, d'une adaptation préexistante ou non qui impose l'union définitive du colorant à la fibre chaque fois qu'ils se rencontrent dans les mêmes conditions extérieures, et faute de laquelle chacun d'eux garde son individualité.

Est-ce une adaptation de formes moléculaires établissant un contact d'engrènement entre infiniment petits? Il y aurait alors seulement juxtaposition, et des dissolvants appropriés pourraient, par simple action physique, démonter la couleur en modifiant la forme moléculaire. De ce fait, les exemples ne manquent pas. Nous sommes dans le domaine de la mécanique.

Est-ce une liaison par affinité chimique? Comment la fibre n'en est-elle pas désorganisée? Le coton mort et la laine morte prennent peu ou point la teinture. Mais alors la forme organisée pour la vie aurait sa part contributive au moins dans la solidité de la fixation.

Enfin, quand un mordant fixé d'abord sur fibre attire une matière colorante, c'est sûrement entre le mordant et le pigment qu'a lieu l'action chimique, puisqu'on peut obtenir leur précipitation sans le concours de la fibre.

On le voit, la balance penche bien en faveur de l'action mécanique, mais la controverse en étant restée là, sur ce monde des infiniment petits, nous ne conclurons pas.

Les couleurs peuvent se classer en simples, composées, claires ou foncées.

Une teinture bien faite doit réunir deux qualités essentielles, le *tranché* et l'*unisson*.

Pour qu'une pièce soit bien *tranchée*, il faut qu'après le lavage, la couleur n'ait été ni enlevée, ni altérée.

Quant à l'*unisson*, c'est l'application bien uniforme de la couleur sur le tissu. Elle résulte du choix du mordant et de l'aération régulière et continue de la pièce, car l'oxygène de l'air est le principal agent de la coloration. C'est pourquoi les bains de teinture sont surmontés de cylindres sur lesquels passent les tissus, et qui, animés d'un mouvement de rotation, impriment à la pièce une circulation continue dans le bain et à l'air.

Une autre difficulté de la teinture, c'est l'échantillonnage. Si l'on a, par exemple, 100 pièces à teindre de la même manière, comme on ne teint généralement que 2 ou 4 pièces à la fois, il faut au contremaître chargé du travail une habileté toute spéciale, et que seule peut donner la pratique, pour que les 100 pièces soient bien identiquement semblables.

L'usine de Clichy fait toutes les couleurs et chacune d'elles a son atelier spécial et son contremaître, ce qui explique la perfection du travail.

Les ateliers sont au nombre de 8, qui sont les suivants :

1. Atelier des couleurs fines.
2. — des noirs.
3. — des verts.
4. — des couleurs claires.
5 et 6. — des couleurs foncées.
7. — des bleus de France.
8. — des couleurs extraites de l'huile de houille.

Nous allons donner quelques détails sur chacun d'eux.

1. Atelier des couleurs fines.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Cristaux de tartre.	Cochenille.	Ponceau.
Acide oxalique.	Cochenille ammoniacale.	Cramoisi.
Composition d'étain.	Garance, kermès.	Jaune.
	Bois de fustet.	Maïs.
	Quercitron.	Bouton d'or.
		Orange.
		Vert lumière.

Aujourd'hui, suivant les cas, ces mordants et matières colorantes sont remplacés avec avantage par des couleurs d'aniline équivalentes mais bien supérieures à la fois par leur éclat et leur solidité, tant à la lumière qu'aux alcalis.

2. Atelier des noirs.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Acide chlorhydrique.	Campêche.	Noir ordinaire.
Sulfate de fer.	Bois jaune.	— bleu.
Sulfate de cuivre.	Curcuma.	— vert.
Bichromate de potasse.		— foncé.
Bitartrate de potasse.		— de tout échantillonnage.

Les bois de teinture, que l'on reçoit en bûches d'environ 40 kilogrammes, sont débités à la varlope, et la couleur s'extrait par la fermentation humide des copeaux suivie de la décoction, car le colorant du campêche n'existe dans le bois que sous la forme de principe colorable lequel devient coloré et colorant par la fermentation.

Les principaux bois de teinture sont :

1° Le bois d'Inde, ou bois de campêche, ou bois de Carmen, ou bois d'Haïti, que l'on retire principalement du Mexique, où il croît en abondance ;

2° Le bois de Brésil ;

3° Le bois jaune, de Cuba, de Tampico ou de Tuspan.

En variant le mordant employé, on obtient avec eux des noirs très différents.

Théorie du noir. — Le noir n'est qu'un gris poussé à l'intense. C'est donc, comme lui, un mélange des trois couleurs primitives, bleu, rouge et jaune, dont l'association en proportions complémentaires, jouit de la propriété d'absorber la lumière blanche. L'hématine du campêche fixée par les mordants, soit de fer, soit de chrome, fournit le violet (mélange du bleu au rouge) ; le jaune complémentaire nécessaire à la formation du noir est fourni par le bois jaune, que fixent les mêmes mordants. Mais on ne peut réaliser le noir absolu, puisque tous les noirs obtenus ont un reflet dû à la prédominance d'un des composants. Et d'ailleurs c'est ce reflet que recherche la

Digitized by Google

fantaisie lorsqu'elle impose pour la gamme des noirs un échantillonnage aussi rigoureux que pour les autres couleurs. La marque des noirs Chappat s'impose par sa supériorité ; du clair au foncé, elle fait prime sur place.

3. Atelier des verts.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Sulfate d'alumine.	Sulfate d'indigo.	
— de soude.	Carmin d'indigo.	Vert clair.
	Bois jaune.	— foncé.
	Acide picrique.	
	Verts d'aniline.	— lumière.
		— malachite.

Le curcuma est la racine d'une plante tropicale. Il donne une couleur jaune orangé et provient du Bengale, du Coromandel, de Java. On le réduit en poudre par des meules, et on l'emploie directement dans les bains de teinture.

L'orseille, découverte en 1300, par un négociant de Florence, donne une belle couleur violet rouge, que les acides font tourner au grenat et au rouge foncé.

L'indigo était connu depuis très longtemps des teinturiers indiens ; il a été apporté à Marseille en 1288. On l'obtient avec les feuilles de l'*indigofera tinctoria*. En les faisant macérer et fermenter, on obtient une matière bleue, qu'on lave, que l'on moule en pains ou en tablettes et que l'on fait sécher.

L'acide picrique s'obtient en traitant l'acide phénique par l'acide azotique. Il donne des verts dont les nuances sont beaucoup plus vives qu'avec le bois jaune et le carmin d'indigo.

4. Atelier des couleurs claires.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Cristaux de tartre.	Carmin d'indigo.	Bleu de ciel.
Sulfate d'alumine.	Orseille.	Gris.
— de soude.	Bois jaune.	Modes ou fantaisie.

Les bleus de ciel sont une combinaison de sulfoindigotate de soude avec les tissus.

Quant aux modes ou fantaisies, elles sont le résultat de la combinaison du rouge, du bleu et du jaune, et varient à l'infini.

Pour ces nuances, les mordants se mettent dans le bain de teinture en même temps que les couleurs.

5 et 6. Ateliers des couleurs foncées.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Tartre.	Campêche.	Bronze.
Sulfate d'alumine.	Orseille.	Aventurine.
Oxymuriate d'étain.	Curcuma.	Marron.
Carbonate de soude.	Bois jaune.	Brun.
	Sulfate d'indigo.	Grenat.
	Grenat d'aniline.	

7. Atelier des bleus de France.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Tartre.	Prussiate jaune de potasse	Bleu demi-clair.
Acide sulfurique.		— foncé.
Sel d'étain.	Cyanure rouge.	
Oxymuriate.	Campêche.	
	Violet d'aniline.	

L'élément essentiel de cet atelier est l'acide cyanhydrique ou acide prussique, découvert en 1780, par Scheele, et décomposé, en 1804, par Gay-Lussac. Pratiquement, la fixation du bleu de Prusse s'opère par la décomposition lente de l'acide ferro-cyanhydrique sur le tissu lui-même. Deux de ses composés, le prussiate jaune et le prussiate rouge de potasse sont employés pour la teinture. Au contact d'un acide minéral, se développe en eux l'acide ferro-cyanhydrique ; avec le concours de l'étain, il se forme du ferro-cyanure d'étain dont l'éclat est supérieur.

8. Atelier des couleurs extraites de l'huile de houille.

Mordants et matières colorantes		Couleurs obtenues
Alcool.	Fuchsine.	Rouge : Magenta.
Acide sulfurique.	Violet d'aniline.	Bengale.
Sels d'étain.	Bleu d'aniline.	Rose.
Acide oxalique.	Vert d'aniline.	Violet.
— tartrique.	Violet Hoffmann.	Bleu.
	Violet de Paris.	Vert.
	Eosine.	Aurore.
	Ponceau.	Orange.
	Erythrine.	Camélia.
	Chryséine.	Orangé.

La nomenclature de toutes les couleurs existantes, trop longue à énumérer ici, se trouve dans le catalogue Poirier, de Saint-Denis (safranine, chrysoïdine, alizarine, les azoïques).

Ces couleurs, dont le champ est immense et dont le nombre s'accroit tous les jours, ont une grande affinité pour tous les tissus de laine et satisfont à toutes les exigences de la mode.

Lavage. — Au sortir des bacs de teinture, les pièces d'étoffe doivent être débarrassées par un lavage énergique de l'excès de colorant qui les imprègne sans y être combiné. Cette opération, qui se fait parfois encore en attachant les pièces à des piquets plantés dans un cours d'eau, s'exécute différemment à Clichy. On y a remplacé le passage en rivière par un lavage méthodique, qui permet d'atteindre le but avec une dépense minimum.

Les couleurs fines sont lavées dans des baquets qui leur sont spéciaux, surmontés d'un tourniquet actionné mécaniquement. Quant aux grosses couleurs et aux noirs, on les lave dans un appareil dû à un ancien teinturier de Puteaux, Blanche, ancien élève de l'Ecole Centrale, et auquel il a donné le nom de *rivière anglaise*. Au sortir de la cuve, les pièces cousues bout à bout sont plongées dans un premier bassin bétonné, et un homme armé d'un bâton les agite vigoureusement dans l'eau. Elles s'engagent ensuite entre deux cylindres sous une pluie abondante et, dans cette rotation lente mais continue, l'action verticale de l'eau est très efficace. De là les pièces redescendent dans un second bassin plus étroit où elles subissent un premier rinçage ; puis elles s'engagent entre d'autres cylindres, toujours sous une pluie verticale, et en sortent enfin entièrement lavées. Elles tombent dans de grands paniers à claire-voie, d'où on les retire pour les plier et les porter aux essoreuses.

Séchage. — Les essoreuses de Clichy sont des hydro-extracteurs à force centrifuge et à moteur direct marchant à 1 800 tours par minute, et qui opèrent en 7 ou 8 minutes un séchage préparatoire qui est complété par l'exposition des tissus à l'air libre.

Le séchage se fait à froid ou à chaud.

Le séchage à froid se fait dans deux grands hangars d'étendage, l'un pour les couleurs claires, l'autre pour les couleurs foncées. Ce sont de vastes ateliers à haute toiture, divisés à mi-hauteur par des barres de bois qui doivent porter les étoffes, de manière qu'il y ait le même volume d'air au-dessus et au-dessous des barres, condition nécessaire pour que le séchage et le fixage s'opèrent bien et que la teinte conserve l'unisson dans toute ses parties.

Quand on veut aller plus rapidement, on emploie le séchage à chaud entre deux rangées de cylindres creux chauffés par la vapeur et dont la rotation s'effectue au moyen d'engrenages.

Les métiers à sécher de M. Fernand Dehaitre portent plusieurs perfectionnements : l'entrée de la vapeur et la sortie de l'eau condensée se font par le même tourillon creux ; cela diminue de moitié le nombre des boîtes à étoupe ; leur largeur permet de marcher sur deux brins.

Visite, épaillage et garnissage. — Au sortir des étendages et avant de passer à l'apprêt, les pièces sont *visitées* avec soin, de façon à voir si les teintes obtenues sont bien identiques à l'échantillon fourni. S'il y a un défaut et qu'il soit réparable, on le répare ; s'il est irréparable, on met les pièces en noir.

De la visite, les pièces passent à l'atelier *d'épaillage*, où des femmes munies de pinces retirent adroitement toutes les parcelles de crin, coton, paille, qui n'ont pas été enlevées au peignage et ont passé à la filature. Cet épaillage à la main est bien préférable, pour la laine, à l'épaillage chimique. Il se fait très rapidement et sans détériorer le tissu.

Pour quelques étoffes, draps légers, flanelles, on emploie des *garnisseuses* avec brosses de chardon végétal ou métallique.

Apprêts. — *Tondage.* — Pour les tissus de laine, les opérations de l'apprêt sont purement mécaniques. La première d'entre elles est le tondage, qui a pour but de rendre la surface du tissu entièrement unie. Elle s'effectue dans un atelier spécial au moyen de cylindres armés de lames héliçoïdales qui sont animées d'un rapide mouvement de rotation et qui frôlent l'étoffe qui leur est présentée par des rouleaux d'amenage. Signalons dans cet atelier l'emploi de tondeuses à trois cylindres qui, donnant trois coupes sur une seule passe, résolvent du même coup une économie de main-d'œuvre et de fatigue pour le tissu.

Les étoffes sont ensuite pliées en deux dans le sens de la largeur, pour que le maniement en soit plus facile. Rappelons, à cette occasion, que la plupart des métiers d'apprêts employés dans les ateliers de MM. Chappat et Cie ont été construits spécialement par M. Fernand Dehaitre, qui s'est acquis dans ce genre une grande et légitime notoriété.

Garnissage. — Mentionnons encore le garnissage, qui a pour but d'augmenter l'épaisseur du tissu et de modifier son toucher en lui donnant du poil pris à sa propre substance par la rotation d'un tambour armé de chardons végétaux ou métalliques. Les derniers types installés sont ceux de Damuseau et de Grosselin.

Aperçu sur l'apprêt du classique et de la nouveauté. — Le tissu est composé de fils de chaîne parallèles entre eux, recouverts de fils de trame également parallèles entre eux, la direction générale des uns étant d'équerre sur celle des autres. Cette régularité, qui donne aux étoffes un aspect uniforme, vient d'être rompue par les diverses manipulations qui précèdent. Il faut la rétablir, mais il faut aussi rendre au tissu sa largeur primitive, sa laize que la manutention a réduite. On y arrive par l'action combinée de deux tensions mécaniques, l'une en long, l'autre en large, jointe à l'effet de la chaleur sur le tissu humidifié.

L'étoffe passe d'abord dans une machine à mouiller, où l'eau tombe en pluie fine et régulière à travers un canevas de soie, pour s'enrouler ensuite sur un cylindre en bois et y demeurer le temps nécessaire à l'égale répartition de l'humidité. De là, passage sur le métier d'apprêt qui fournit la tension et la chaleur au moyen de trois cylindres tournants, de 0m 40 de diamètre. Dans l'intérieur circule la vapeur ; le tissu parcourt leur surface externe, tendu au large par la main de l'homme. Ce métier est consacré aux étoffes classiques, mérinos et cachemires.

Les pièces sont ensuite descendues dans les caves, où on les laisse pendant 48 heures sur les roules, soumises à l'action d'un froid légèrement humide.

Elles vont de là aux presses.

Presses. — Les tissus demandent généralement à être glacés, satinés. On obtient ce résultat en les soumettant à une pression éner-

Digitized by Google

gique sous des presses hydrauliques. L'étoffe est pliée de manière à pouvoir être placée sous la presse. Entre chaque pli de l'étoffe on dispose une feuille de carton ayant la résistance du cuir et le poli d'une surface métallique. La pression doit s'effectuer à chaud et non à froid, ce qu'on obtient en intercalant de distance en distance des plaques de fonte très fortement chauffées, comprises entre deux plaques de tôle, le tout entouré d'un feutre épais.

Citons comme perfectionnement le chauffage à la vapeur des plaques creuses substituées aux pleines dans les anciennes presses. Système imité des stéarineries, qui permet de varier l'intensité et la durée de la chaleur.

Leur poids de 20 000 kilogr. donnera une idée de leur importance.

Les presses les plus puissantes sont destinées aux draperies et aux jerseys ; elles sortent, comme les machines d'apprêts, dont nous parlons plus haut, des ateliers de M. Fernand Dehaitre. Sur la demande du client, certaines étoffes subissent encore un décatissage spécial.

Pliage et expédition. — On sort les tissus de la presse, on les déroule et on les envoie à l'atelier de pliage, où ils sont pliés sur un rectomètre qui met en évidence le métrage. Les pièces sont examinées minutieusement une à une et envoyées à la salle d'expédition. Certaines d'entre elles, après avoir été estampillées, sont enroulées mécaniquement sur des planchettes, puis emballées et expédiées.

Nouveautés. — La variété dans le tissage a créé les nouveautés dont la mise en valeur nécessite le complément d'un apprêt spécial.

Ici encore, M. Ferdinand Chappat a su déployer une précieuse initiative en arrêtant son choix sur les métiers appelés à donner aux étoffes et leur caractère propre et la perfection du fini. La faveur que lui accorde la clientèle peut le convaincre qu'il a pleinement réussi dans ses tentatives de progrès, dont bénéficie le consommateur lui-même, sous le double rapport de la qualité et du bas prix.

Ces nouveaux métiers, dits Palmers, rames, etc., de structure appropriée à la force et aux genres des étoffes et où l'automatisme s'est entièrement substitué à la main de l'homme, ont réalisé à la fois de nouveaux genres et une économie dans la façon.

Rame à picots. — Le tissu à apprêter est saisi entre deux glissières formant entre elles un angle variable à volonté, pour continuer sa route entre deux autres glissières à branches parallèles qui font suite aux premières dès leur plus grand écartement.

C'est dans le parcours anguleux que la laize est reprise progressivement. A partir de la position où la pièce a pris sa largeur définitive, celle-ci reçoit l'action combinée de la chaleur et de l'humidité. Le résultat est une fixation immuable dans la largeur régénérée du tissu comme dans la régularité de ses fils.

Presse continue. — La presse continue de M. Fernand Dehaitre, où circule le tissu sans stationner, supprime, si tel est le cas, la mise en carte, la mise en presse, le chauffage des cartes et le désencartage, opérations inhérentes aux anciennes presses.

Elle est très curieuse d'aspect cette machine d'où surgit un faisceau de cadrans, indicateurs de pression, de température, traversé d'appareils mathématiques de réglage, grâce auxquels l'ouvrier peut faire varier et obtenir sûrement l'effet demandé.

Le tissu, entraîné par un feutre sans fin, passe entre une cuvette mobile verticalement sur un très petit parcours, et un cylindre tournant entre deux coussinets fixes.

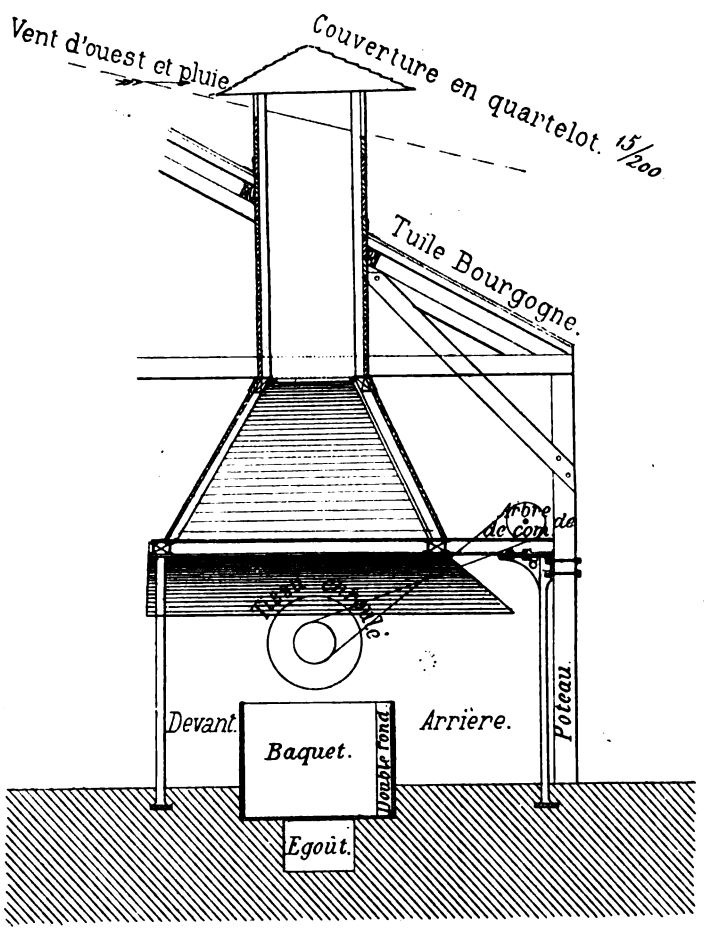
La pression hydraulique s'exerce par deux pompes sur chaque tourillon de la cuvette, et celle-ci s'élève vers le cylindre, saisissant l'étoffe au passage. Le cylindre et la cuvette sont parcourus par la vapeur dont on varie l'action. La pression et le chauffage sont donc simultanés sur le tissu.

Type d'un atelier de teinture. — M. Ferdinand Chappat, soucieux de la santé de ses ouvriers, s'est demandé quel serait, pour l'atelier de teinture, le type se rapprochant de la perfection. La buée qui envahit ces ateliers pendant la moitié de l'année est une gêne pour l'échantillonnage en même temps qu'une cause d'insalubrité. Aidé de M. Volgrand, son Ingénieur, il s'est arrêté à un mode de construction qui a complètement résolu la question.

Une erreur des contremaîtres a dû longtemps en retarder la solution. Dans leur pensée, en surélevant la toiture au-dessus du sol, eux et leurs baquets se trouveraient en dehors de la buée. On en était arrivé à construire des hangars de 15 mètres de hauteur, où la buée, refroidie dans ce parcours ascensionnel, roulait sur elle-même, enveloppant les baquets et retombant en gouttes condensées sur les tissus qu'elle tachait.

Principe de l'évacuation de la buée. — La vapeur d'eau qui s'échappe des baquets se diffuse très rapidement dans l'air et, de ce fait, s'accroît de volume en même temps que sa température s'abaisse pour se rapprocher de celle de l'air ambiant. Elle perd sa légèreté spécifique qui lui permettait de s'élever, et on se trouve dans la nécessité d'évacuer, pour un litre de vapeur, peut-être 10 litres d'air, tandis que la vapeur seule n'aurait pas exigé de tirage pour son évacuation. Ce tirage, ainsi entendu, obligerait à découper les sections, chose impossible à réaliser, ou à élever les cheminées d'appel dans des proportions onéreuses. Puisque l'air est la pierre d'achoppement, il faut en diminuer le volume auquel la vapeur ne peut éviter de se mélanger, et déterminer les dispositions et proportions pour une évacuation complète. On y parvient en séparant la vapeur de l'air ambiant, au moment même où elle quitte le baquet, et en la déversant au dehors le plus tôt possible. On évite ainsi son refroidissement, suivi de condensation qui ne manquerait pas de se produire dans un parcours trop prolongé.

Nous trouvons chez M. F. Chappat un ancien atelier converti sur ce mode et où, depuis quatre ans, on teint les couleurs les plus tendres.



Bâtiment.

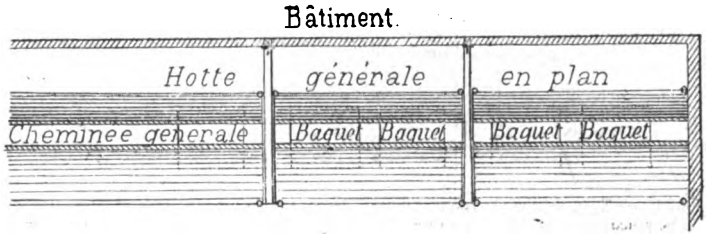


FIG. 2. — Type de ventilation adapté à un vieux hangar.

Sous le rapport de la conservation, il est resté tel et les hottes peintes paraissent encore neuves.

Il y a à ce dernier point de vue une grande économie à réaliser. Le chapitre entretien se trouve excessivement grevé par le remplacement incessant des pièces de bois formant la charpente des ateliers de teinture. Un entrait de ferme, un arbalétrier de $^{15}/_{30}$ prennent en dix mois une flèche de dix centimètres. Toutes les pièces sortent de leurs assemblages.

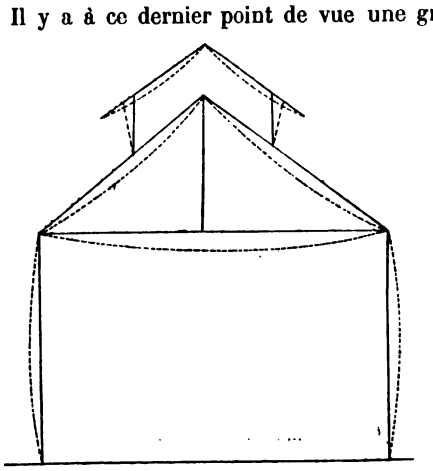


FIG. 3. — Atelier disloqué par la buée acide.

Le bois imprégné de buée acide a perdu toute sa roideur; il se rompt en quelques années ; il faut alors une forêt de bois pour étayer si la toiture est élevée, et la manutention s'en trouve gênée. Les chevrons et les lattes pourrissent encore plus vite.

La hotte bien comprise supprime dépenses d'entretien et ennuis.

Description. — La hotte et sa cheminée sont complètement indépendantes de la charpente des fermes. Les points d'appui sont pris directement sur le sol ; on peut ainsi réparer l'un sans étayer l'autre. La base de chaque hotte repose sur deux poitrails en fer, parallèles au mur du bâtiment et reliés à ce dernier par des entretoises en fer. Des colonnettes en fonte soutiennent les poitrails. La cheminée d'appel forme elle-même une pièce indépendante de la hotte. Le joint qui

Digitized by Google

sépare leur plan de contact est garni d'une plaque de cuivre mince contournée en gouttière d'un côté, pour recevoir les gouttelettes qui se condensent le long des parois de la cheminée, y compris les chevrons qui constituent sa carcasse, sans que cette eau puisse descendre plus bas. Dans le travail, il tombe environ une goutte par seconde et par baquet à l'issue d'un petit tuyau de vidange de la gouttière. Au moment de l'abatage des pièces sur chevalet, il s'échappe un peu de vapeur hors des hottes. Celle-ci trouve son issue à travers les tuiles légèrement cintrées de la toiture.

La transmission de mouvement se trouve économiquement portée

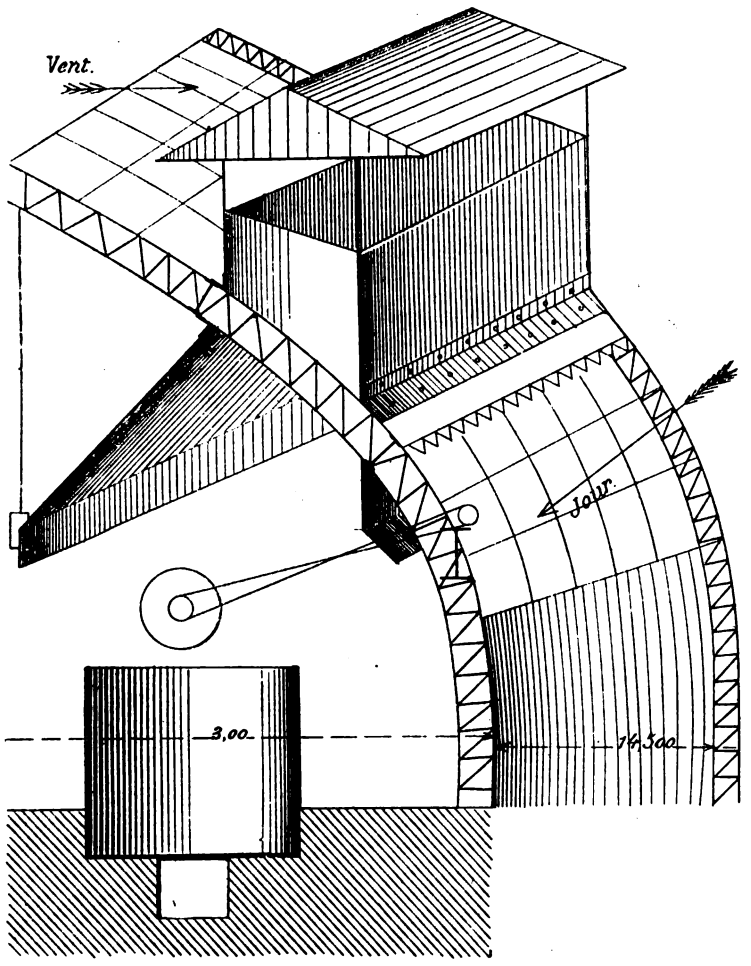


FIG. 1. — Type de charpente pour groupe de six baquets desservis par une hotte et une cheminée uniques. — Arcs en une pièce, portée 6 mètres, supprimant les poteaux de fermes et les colonnettes.

par les entretoises des hottes; elle est donc indépendante des fermes qu'elle ne peut ébranler; elle est basse et d'une surveillance facile.

La hauteur de l'entrait des fermes peut descendre à 3 mètres au-dessus du sol. L'entretien de la toiture est celui d'un bâtiment civil. L'atelier est clair et sans buée. Pour le passage des cheminées d'appel formant en quelque sorte un conduit unique d'un bout à l'autre du bâtiment, la toiture se trouve percée sur tout son rampant, sauf au passage des fermes qui sont ainsi préservées de l'humidité. Cela donne le maximum de section à l'écoulement de la buée, chose nécessaire, car la buée tassée ressortirait de la hotte.

A 60 centimètres au-dessus des tuiles, se termine la cheminée. Inutile d'aller plus haut, ce serait même nuisible; elle est coupée en sifflet, le plein opposé à la direction du vent normal. Un chapeau la recouvre.

Les parois de la hotte doivent se rapprocher le plus possible de la verticale.

Conséquence. — Si, réellement, la buée acide est complètement enlevée par ce système de ventilation, pourquoi reculer devant l'introduction judicieuse du fer associé au bois dans les ateliers de teinture? Le fer seul convenant aux grandes portées permettrait d'englober une série de baquets sous la même cheminée, supprimant ainsi les obstacles dus aux fermes.

Des portées successives de 14m 55, liées en long par deux poutrelles en treillis de 40 centimètres de haut, suffiraient à des groupes de six baquets associés deux à deux.

Le bois remplirait les subdivisions des grandes portées.

On pourrait même supprimer les colonnettes en y suspendant les hottes.

Ce nouveau projet est à l'étude pour renouveler les anciens ateliers au fur et à mesure de leur extinction.

Institutions ouvrières. — L'usine de MM. Chappat occupe plus de 500 ouvriers et ouvrières, dont beaucoup ont fait leur apprentissage dans l'usine même.

Une caisse de secours mutuels assure à chacun d'eux l'assistance en cas de maladie ou d'accident, et les directeurs successifs ont établi, en faveur de leur personnel, une série d'institutions philanthropiques, notamment une assurance contre les accidents du travail.

Récompenses obtenues. — Exposition de Paris, 1844 : médaille d'or; — Exposition de Londres, 1862 : grande médaille d'or; — Exposition d'Amsterdam, 1883 : diplôme d'honneur; — Exposition universelle de Paris, 1889 : Grand prix.

Conclusion. — Dans quelques années, la maison Chappat fêtera le centenaire de sa création. Elle pourra se rendre ce témoignage qu'elle a constamment progressé et s'est constamment agrandie, grâce à la direction judicieuse et éclairée de M. Ferdinand Chappat, grâce aussi à sa persévérance, qui lui a permis de traverser des crises nombreuses et difficiles. Hospitalière aux jeunes gens qui veulent compléter leurs études industrielles, elle ouvre chaque année ses portes aux élèves de nos grandes écoles qui viennent examiner sur place les progrès réalisés par nos constructeurs et par nos savants. A notre époque d'activité, où la halte n'est pas permise, où ne pas avancer c'est reculer, nul doute que cette importante maison ne conserve son antique renommée et ne persévère dans la voie qu'elle a si brillamment parcourue jusqu'ici.

Henri MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LE « STEAM LOOP » OU BOUCLE DE VAPEUR

Système Walter Burnham

Les progrès accomplis dans la construction mécanique des appareils à vapeur entraînent avec eux la recherche incessante des moyens d'utiliser, le mieux possible, la vapeur produite par les générateurs, et de récupérer, dans la plus extrême limite, les calories trop généralement perdues dans les anciens systèmes, en dépit des perfectionnements apportés à la construction des condenseurs et des enveloppes de vapeur.

C'est à ce titre que nous donnerons une brève description d'un appareil connu, depuis quelque temps, aux Etats-Unis et en Angleterre sous le nom de « Steam Loop » ou boucle de vapeur; il a été appliqué avec succès depuis quinze mois sur les machines de la Compagnie des freins Westinghouse, à Paris, et dans les ateliers de MM. Weyher et Richemond, à Pantin, qui ont bien voulu nous communiquer les résultats principaux de l'application effectuée. Dans les deux cas, il s'agissait, au moyen du « steam loop », de ramener aux chaudières l'eau de condensation d'un séparateur situé au-dessous du niveau de celles-ci, ainsi que l'eau condensée dans les enveloppes de vapeur des cylindres. On sait trop combien ce problème présente de difficultés pratiques pour ne pas considérer avec intérêt une solution qui paraît être satisfaisante et qui conduirait à des économies évidentes.

Le « steam loop », ou circuit en boucle, consiste dans l'adjonction à la tuyauterie qui réunit la chaudière à vapeur et l'appareil d'utilisation, d'un petit tuyau de retour qui, partant de l'appareil d'utilisation, revient à la chaudière en formant entre tous ces organes *un circuit complet*.

L'invention de M. Walter Burnham, à laquelle l'expérience faite dans les ateliers de MM. Weyher et Richemond donne une sanction très importante, évite donc les purges, les coups de bélier et les lenteurs de la mise en marche, laquelle peut se faire immédiatement dans tous les cas, puisque la tuyauterie reste constamment libre, sèche et chaude entre le *générateur* et l'*utiliseur*, parce que les eaux de la condensation dans cette tuyauterie sont ramenées automatiquement au générateur. Notre dessin (fig. 1) indique sommairement une disposition de ce genre, qui peut être évidemment variée infiniment, suivant les cas d'utilisation.

Voici cependant certains cas extrêmes de « retour en boucle » qui méritent d'être signalés.

M. Walter Burnham a pu relier en « steam loop » :

1° *En hauteur*, une machine à vapeur située à 100 mètres de profondeur au fond d'une mine, avec les chaudières au niveau du sol;

2° *A distance*, une machine à vapeur située légèrement en contrebas de sa chaudière, à 250 mètres de distance; le tuyau de retour était accolé, dans ce cas, à la conduite de vapeur principale, dans un caniveau souterrain;

3° *En pression*, dans différents cas où il s'agissait de renvoyer à la chaudière la vapeur d'échappement d'une machine compound.

Les différents exemples que nous citons ont été signalés par les journaux techniques d'Angleterre et des Etats-Unis; les expériences faites par MM. Weyher et Richemond paraissent les confirmer. Toutes les industries qui utilisent la vapeur, soit pour la force motrice, soit pour le chauffage au moyen de serpentins, peuvent y trouver une économie. Dans le cas des serpentins de chauffage, au début de l'opération, lorsque la demande à la chaudière est à son maximum, la purge ne donne que de l'eau froide sans pression; lorsque le serpentin est relié à la chaudière par un « steam loop », toute cette eau est

Digitized by Google

ramenée automatiquement au générateur, sous pression, et la purge usuelle peut être complètement supprimée; l'emprunt à la chaudière se trouve ainsi réglé avec une grande économie de combustible et sans chute de pression. L'auteur de l'invention attribue ce résultat à l'accélération de la circulation, à sa continuité et à une bonne utilisation de la chaleur latente ordinairement perdue dans les appareils. Ce que nous disons du serpentin s'applique aux enveloppes de vapeur des cylindres.

Le « steam loop », en maintenant la vapeur sèche et chaude aux environs de la pression initiale, paraît en quelque sorte rapprocher matériellement l'appareil générateur de vapeur de l'appareil d'utilisation. Il en résulte une économie de combustible variant, suivant les cas, d'après M. Walter Burnham, de 5 °/₀ à 80 °/₀, mais dont la moyenne générale, en dehors de ces extrêmes, serait d'environ 10 °/₀ dans le cas des machines à vapeur; par l'application du « loop » aux enveloppes de vapeur des cylindres, l'augmentation de rendement de la machine serait, d'après les chiffres de l'inventeur, de 8 °/₀ à 20 °/₀.

Enfin, lorsqu'il s'agit de vapeur de chauffage, l'économie varie entre 20 °/₀ et 60 °/₀. Les applications en cours nous fixeront plus exactement sur ces chiffres, que les expériences faites rendent vraisemblables. L'auteur, confiant dans le résultat de sa conception, déclare entreprendre les installations à ses risques et périls jusqu'à ce que les intéressés en aient vérifié les résultats, ce qui ne peut qu'inspirer confiance.

Voici la description du fonctionnement d'après le croquis joint à cette note :

B C D E F représente soit la tuyauterie reliant une chaudière à un moteur quelconque et, dans ce cas, la valve H peut rester ouverte,

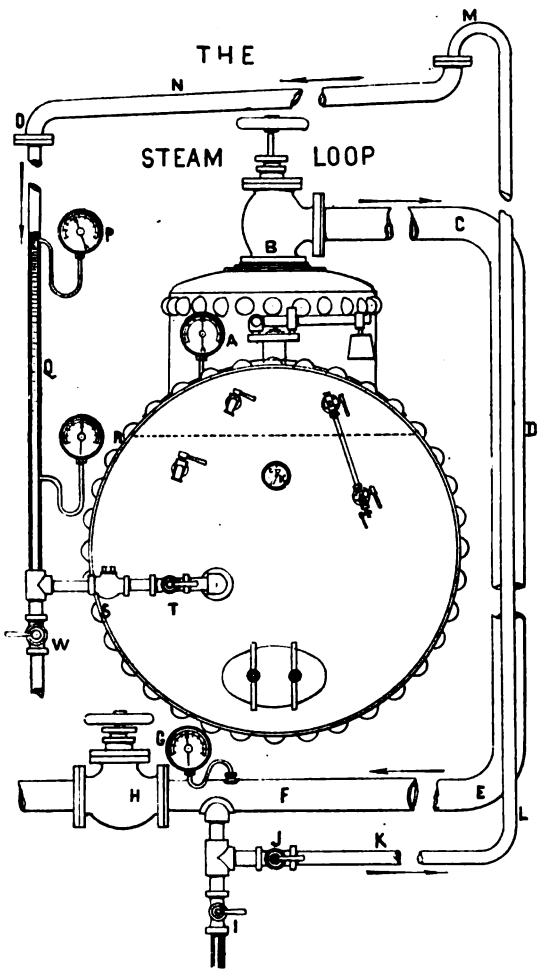


Fig. 1. — Le « steam loop » ou boucle de vapeur, système Walter Burnham.

soit la tuyauterie conduisant à des appareils de chauffage, par exemple un serpentin que représenterait alors la partie F.

La valve H figurée à l'extrémité du serpentin n'existe pas en ce cas ou reste fermée.

Le « steam loop » est figuré par le tuyau J K L D M N O S T, lequel peut être recouvert d'une enveloppe calorifuge sur ses branches verticales, mais doit rester découvert dans sa branche horizontale OM.

Ce tuyau part du point le plus bas du moteur ou de l'utiliseur, pour aboutir, au bas de la chaudière, à un clapet de retenue T, lequel ne sert qu'à l'origine, mais s'ouvre ensuite continuellement sous la charge de l'eau, faisant retour à la chaudière.

On voit donc que le « steam loop » n'est autre chose qu'un simple tuyau communiquant à la chaudière par ses deux extrémités : à l'une de ces extrémités par le clapet T, et à l'autre extrémité par l'intermédiaire de la tuyauterie principale amenant la vapeur au moteur ou à l'appareil de chauffage.

W, I et J sont des robinets destinés à assurer la purge de l'appareil.

Supposons la chaudière en pression : on commence par bien purger d'air toute la tuyauterie en ouvrant la prise de vapeur B ainsi que le robinet W, et au besoin I et J.

L'air une fois expulsé, on ferme les robinets W et I et on ouvre J. Voici alors comment s'explique le fonctionnement de l'appareil : le tuyau J K L D M N O S étant fermé sur la chaudière par le clapet T, mais communiquant d'autre part à cette chaudière par la conduite B C D E F, l'eau qui pourrait se former ou être entraînée dans ladite conduite va s'écouler dans la branche horizontale J L du loop et cet écoulement a lieu en raison de la petite dépression résultant de la condensation qui se produit dans la branche supérieure O M exposée à l'air.

La canalisation J K L M O S, constituant le loop est faite avec des tuyaux ayant seulement 15 à 40 millimètres de diamètre, de sorte que l'eau qui s'accumule dans la branche verticale L M se scinde en une série de globules ou véritables pistons d'eau séparés par de la vapeur, et ces pistons d'eau sont constamment chassés vers le haut, dans la branche horizontale M O, et retombent finalement dans la branche verticale O S, dans laquelle la vapeur qui les séparait achève sa condensation.

On comprend alors que cette eau, accumulée dans cette branche O S, rentrera à la chaudière par son propre poids en soulevant le clapet de retenue T, et cela aussitôt que la colonne d'eau accumulée dépassera la hauteur R P qui ferait équilibre à la différence entre A, pression à la chaudière, et G pression à l'extrémité de la conduite principale amenant la vapeur au moteur ou à l'appareil quelconque de chauffage. Il se produit ainsi un courant continu pouvant prendre une grande activité, et l'eau est ramenée à la chaudière sans aucun organe mécanique et à une température très peu différente de celle de la chaudière.

Le « steam loop » joue donc en quelque sorte le rôle d'un énorme tube de niveau d'eau fonctionnant avec équilibre de pression d'eau et de vapeur.

Cet appareil est, on le voit, très simple, et paraît ressembler, dans l'ordre mécanique, à l'œuf légendaire de Christophe Colomb ; il n'en est que plus intéressant et, nous le répétons, les expériences faites à ce sujet chez MM. Weyher et Richemond sont dignes d'attirer l'attention des Ingénieurs et des hommes de science. S'il réalise toutes ses promesses pour les installations fixes, ce que nous sommes porté à croire, il rendra d'évidents services comme économie à toutes les industries qui utilisent la vapeur, et cela en ne nécessitant qu'une installation de tuyauterie très élémentaire; le fait mérite d'être signalé avec une mention spéciale.

Max de Nansouty.

HUMIDIFICATION DE L'AIR DANS LES TISSAGES

et dans les filatures, système Kœrting.

L'influence favorable de l'humidité de l'air dans les filatures et dans les tissages étant aujourd'hui un fait universellement reconnu par les personnes compétentes, un certain nombre de procédés ont été préconisés pour y maintenir un degré élevé d'humidité.

Nous signalerons dans cet ordre d'idées un nouveau procédé qui nous paraît intéressant en raison du principe spécial sur lequel repose son fonctionnement, et des avantages qui résultent de sa simplicité. C'est l'humidificateur d'air à jet d'eau construit par la maison Kœrting frères, Ingénieurs-constructeurs, à Paris ; en voici la brève description (fig. 1).

La partie essentielle de cet appareil est une tuyère de pulvérisation à spirale, spécialement brevetée dans ce but par les constructeurs. En envoyant un jet d'eau sous pression dans cette tuyère, la spirale qui y est placée imprime un mouvement de rotation au jet et le fait sortir sous forme de cône renversé et divisé en poussière très ténue. Ce cône d'eau a une grande force d'aspiration : il entraîne avec lui une grande quantité de l'air ambiant. L'effet aspirant est encore augmenté par la forme du corps de l'appareil, qui est construit d'après le système des appareils à jet et présente des cônes successifs d'un diamètre de plus en plus grand.

Un tamis et des registres placés sur le parcours de cette poussière d'eau, ainsi que des pavillons placés à la sortie retiennent toutes les gouttelettes entraînées, de façon qu'il ne sort de l'appareil qu'une grande quantité d'air saturé complètement d'humidité et une buée d'eau très ténue qui est aussitôt absorbée par l'air des salles. Une petite pompe comprime l'eau à 6 kilogr. et l'envoie dans les appareils dont chacun pulvérise 100 litres d'eau à l'heure. La plus grande partie (environ 96 litres par appareil) retourne à la bâche de la pompe pour y être filtrée et réemployée. La dépense en eau et en force motrice est, on le voit, des plus minimes.

L'appareil est pourvu de plusieurs moyens de réglage. On peut tout d'abord faire varier, par la valve d'admission, la pression de l'eau entrant dans la tuyère ; on peut ensuite donner aux registres supérieurs, qui affectent la forme de lames de persiennes, une inclinaison plus ou moins forte ; on peut enfin relever plus ou moins les pavillons et retenir ainsi une quantité plus ou moins grande de la poussière d'eau sortant en haut de l'appareil.

Digitized by Google

Comme l'humidificateur en question ne contient aucune partie mobile, sa durée est, en quelque sorte, illimitée, et il n'est pas sujet à de fréquentes réparations. En outre, comme la tuyère de pulvérisation a un orifice de sortie relativement très grand, elle n'est pas sujette à se boucher, et les installations faites au moyen de ces appareils n'occasionnent presque pas de frais d'entretien. Enfin, en raison de la grande quantité d'humidité lancée dans les salles par chaque appareil, les frais d'installation sont relativement très réduits par rapport à l'effet voulu.

Cet humidificateur d'air à jet d'eau paraît répondre parfaitement aux conditions d'une bonne installation humidificatrice, qui sont : réglage facile, installation bon marché, effet assuré et frais d'entretien aussi réduits que possible.

Un grand nombre d'installations en ont déjà été faites en France et à l'étranger.

Nous citerons parmi les plus importantes :

La Société de filatures de Schappe, à Troyes (pour ses filatures de Saint-Rambert, Le Vigan, Kriens); Rennesson, Thomas et Cie; Masse et Cie; les fils de Th. Legrand, Staincq Legrand et Cie, à Fourmies; Le tissage mécanique Cosserat, à Amiens; Maltaire, Dupont et Cie, à Sains (Nord); La fabrique de toiles de Peltzer et fils et la Société « La Lainière » Hauzeur-Gérard, à Verviers (Belgique); Lieutenant, à Pepinster; Damilaville, à Barentin; Fournival et Lacaille, à Rethel; Héritiers Perrin, à Cornimont, etc.

Il s'agit, en somme, d'un appareil pratique et susceptible de rendre des services à une importante branche de notre industrie; c'est à ce titre que nous le signalons.

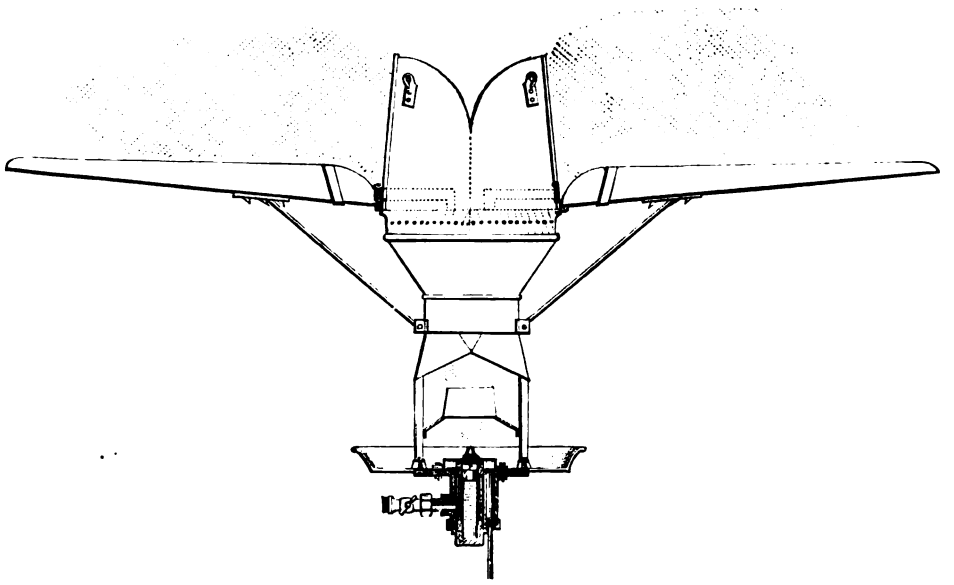


FIG. 1. — Humidificateur d'air pour tissages et filatures.

F. DESQUIENS,
Ingénieur civil.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE LANCEMENT DU " GOELAND " A PARIS

En attendant la réalisation du beau et utile projet de Paris-Port-de-Mer que poursuit M. Bouquet de la Grye avec autant de talent que de conviction, il est intéressant de constater les progrès que réalise sans cesse le grand port de Paris, tant au point de vue des transports qu'à celui des constructions. Il ne dépend, en vérité, que de notre initiative de mettre la capitale de la France au niveau commercial des grands centres de production et de consommation de l'étranger, Saint-Pétersbourg, Amsterdam, Chicago, Manchester, Bruxelles, etc., et l'on s'étonnera, dans l'avenir, que des questions de clocher appuyées sur des arguments surannés aient pu retarder, dans notre pays, qui a créé, en quelque sorte, l'art des Travaux publics, la solution d'un problème primordial dans ses résultats et secondaire dans les difficultés de l'exécution.

Paris est déjà l'un des premiers ports de France, en attendant qu'il en devienne le premier et que sa place commerciale soit rendue analogue à celle d'Anvers. D'une enquête faite par la Chambre de Commerce, il résulte qu'il y a actuellement à Paris 100 000 fabricants exerçant 208 industries définies et occupant 416 000 ouvriers. Ils font, en moyenne, un chiffre d'affaires s'élevant à 3 350 millions par an, dans lesquels est comprise pour les exploitations de l'industrie parisienne une valeur de plus de 840 millions. Il est difficile, en lisant ces chiffres, de ne pas admettre que la voie de transport la plus économique soit celle qui met en communication constante Paris et la mer. Aussi les Ingénieurs de la navigation conseillent-ils, à juste titre, à la batellerie de se transformer, d'abandonner, quand les circonstances s'y prêtent, les lourds et lents chalands au tonnage insuffisant et de recourir, par la voie d'eau, aux transports rapides.

Notre industrie parisienne, si remarquable dans sa rapidité d'évolution et dans l'adaptation de ses moyens d'action aux besoins qu'elle aperçoit nettement, est entrée résolûment dans cet ordre d'idées. Les ateliers de la Société des anciens Etablissements Cail, qui ont déjà fait, avec perfection, de la construction navale militaire en modifiant nos torpilleurs (1), ont résolûment entrepris la construction des vapeurs de commerce et montré que Paris pouvait se construire une

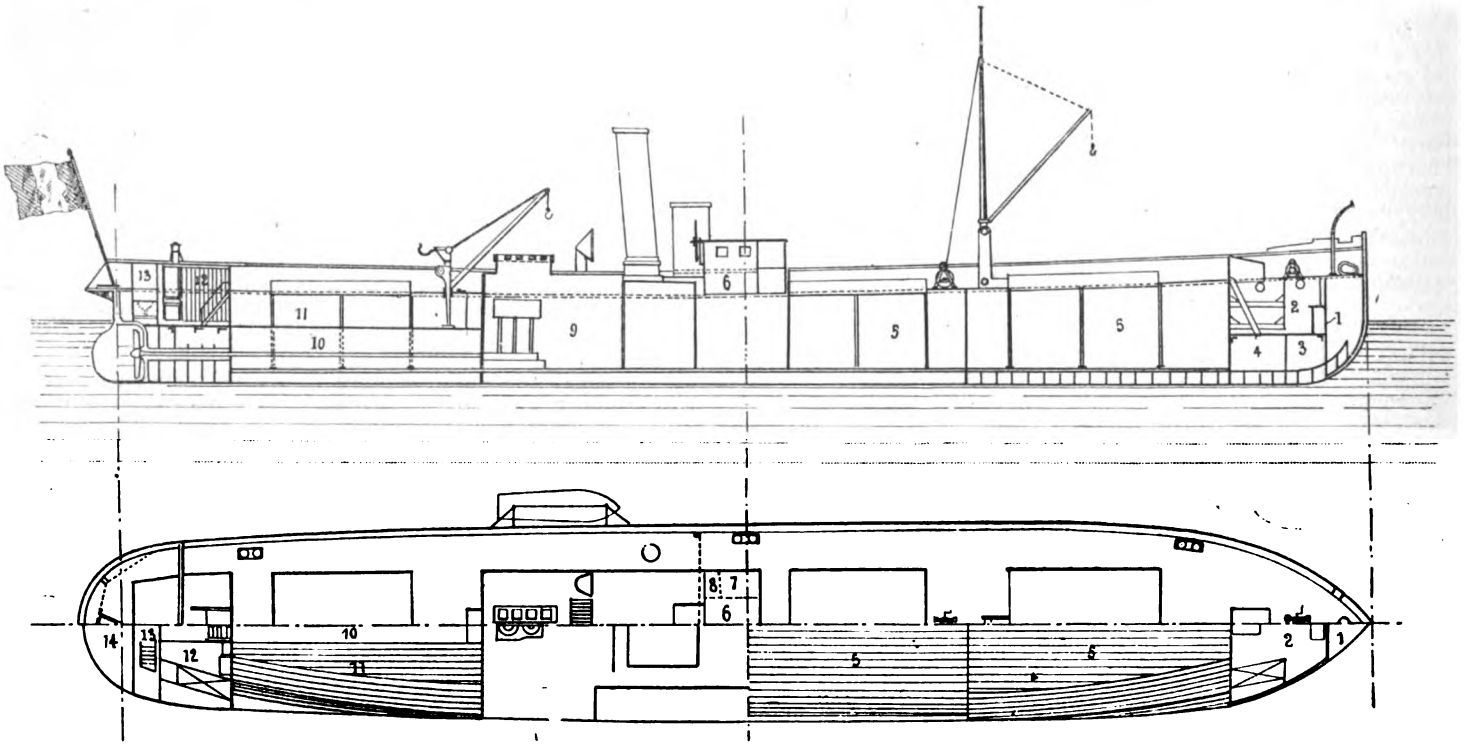


FIG. 1. — Coupe longitudinale et plan du *Goëland*, porteur à hélice de 350 tonneaux.

LÉGENDE : 1 coqueron AV; — 2 poste de l'équipage; — 3 puits aux chaînes; — 4 soutes; — 5 cales à marchandises de l'AV; — 6 carré; — 7 cuisine; — 8 lampisterie; — 9 appareils moteurs; — 10 tunnel de l'arbre; — 11 cale à marchandises de l'AR; — 12 logement du capitaine à tribord et du chef mécanicien à bâbord; — 13 water-closets; — 14 coqueron AR.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 7, p. 97.

Digitized by Google

flotte de commerce aussi bien qu'une flotille de guerre lorsque les besoins du moment le commandent.

Il y a quelques semaines a été lancé à Saint-Denis, avec un plein succès, dans les chantiers de constructions navales des anciens établissements Cail où il avait été construit, le *Goëland*, porteur à hélice, de 350 tonneaux. Ce porteur a été commandé, ainsi que quatre autres bâtiments semblables, à la Société des anciens Etablissements Cail, de la rapidité du courant de la rivière en cet endroit. Aussi avait-elle été étudiée avec un soin méticuleux. Avec une pente de 80 millimètres par mètre, le bateau à l'eau n'avait plus environ que 20 mètres à parcourir pour atteindre la berge opposée. Une péniche amarrée en amont atténuait la vitesse du courant, un grand panneau était fixé à l'arrière du bateau pour ralentir la vitesse et de puissantes aussières étaient calculées et disposées pour raidir à l'instant voulu.

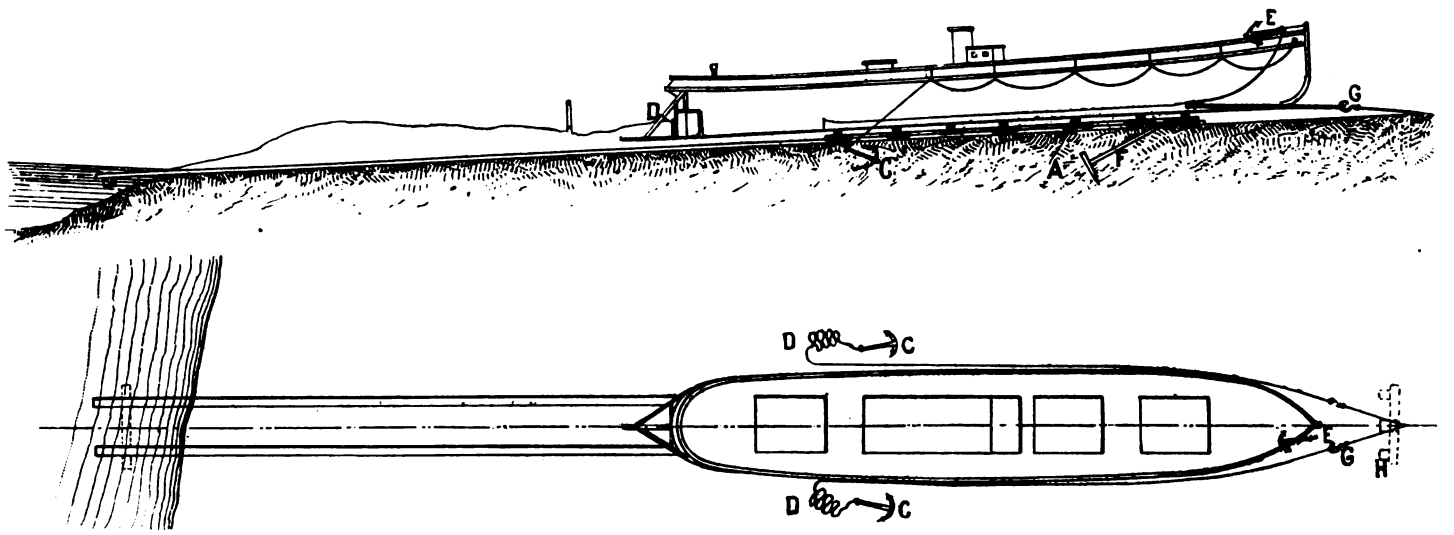


Fig. 2. — Lancement du *Goëland*, porteur à hélice de 350 tonneaux.

Légende : A coulisses du ber ; — B panneau de résistance ; — C anères de retenue ; — D bosses cassantes ; — E ancre de mouillage du ber ; — F clés de retenue ; — G crochets de retenue ; — H corps mort des saisines.

par la Compagnie des transports rapides de la Seine ; il est destiné à un service régulier entre Paris et le Havre. Voici ses données principales :

Longueur entre perpendiculaires.	Mètres.	45 »
Longueur de tête en tête		47 »
Largeur au fort, hors membres		7 15
Creux sur quille		3 20
Tirant d'eau maximum en charge		2 60
Port en lourd.	Tonneaux.	350 »

Le *Goëland* porte une machine à condensation de 300 chevaux, un roof central, avec salle à manger, cuisine, lampisterie, logement d'arrière, etc. Il filera 7 nœuds à l'heure et pourra remorquer trois chalands en tôle d'acier de 300 tonneaux.

L'opération du lancement en Seine (fig. 1 et 2) n'était pas sans présenter de réelles difficultés, en raison du peu de largeur relative et Le commandement de la manœuvre avait lieu au tambour en cinq opérations.

Le succès a été complet, et l'on ne peut plus concevoir aucun doute sur la réussite des opérations analogues pour la petite flottille, certainement suivie d'autres, qui va sortir des Chantiers de la Société Cail.

Ce résultat fait un réel honneur à M. Bourdet, ancien élève de l'Ecole Centrale, le distingué et vaillant Administrateur-délégué de la Société des anciens Etablissements Cail, ainsi qu'à ses collaborateurs, en tête desquels il faut placer en cette circonstance M. Dubar, directeur des Chantiers de Constructions navales de Saint-Denis. Il montre ce que l'on peut espérer, dans cet ordre d'idées, de nos grands ateliers parisiens, toujours prêts à utiliser leur outillage en vue des besoins les plus nouveaux et les plus divers.

M. de N.

ARCHITECTURE

LA NOUVELLE MAIRIE DU Xe ARRONDISSEMENT, A PARIS

(Planche XVIII.)

A la suite d'un concours ouvert par la Ville de Paris pour la reconstruction de la Mairie du Xe arrondissement, le jury nommé à cet effet classait, le 10 mai 1889, en première ligne, le projet de M. Rouyer et décidait, en outre, que l'exécution de ce projet lui serait confiée. La première pierre vient d'en être posée.

Nous nous bornerons à décrire ici les grandes lignes et les dispositions générales de l'édifice, dont l'examen des plans joints à cette note (pl. XVIII), facilitera la compréhension.

La nouvelle Mairie, entourée de quatre rues, occupe un périmètre irrégulier. Par le fait de l'irrégularité de ce terrain, il y avait une grosse difficulté à vaincre : c'était le passage de l'axe perpendiculaire à la rue du faubourg Saint-Martin, à l'axe parallèle de la rue du Château-d'Eau, ces deux axes formant une ligne brisée. M. Rouyer a résolu heureusement cette difficulté par l'hémicycle ajusté à la rencontre de ces deux axes.

La disposition générale consiste en un grand bâtiment en façade sur le faubourg Saint-Martin, où se trouvent les pièces importantes : le vestibule et la salle des mariages, et en un autre bâtiment parallèle occupant toute la façade postérieure et où sont intallées les salles de fêtes et la salle des réunions publiques. Ces deux corps de bâtiment sont reliés entre eux par un large portique entourant un hall central et par deux autres corps de bâtiment où se trouvent aménagés, à tous les étages et aux entresols, les divers services administratifs.

La Mairie étant la maison commune d'un arrondissement, elle doit être largement ouverte au public. On accède en conséquence à celle-ci par cinq grandes arcades occupant tout le centre de la façade et qui donnent entrée à un grand vestibule, à gauche duquel se trouvent une arrivée et une descente à couvert ; à droite, se trouvent la loge et le logement du concierge.

De ce vestibule, on passe aux portiques du hall, au milieu duquel se développe le grand escalier d'honneur. L'aspect de cette entrée, avec les vestibules, les portiques, le hall, le grand escalier, sera d'un bel effet. La salle des réunions publiques occupe le fond de l'édifice, sur la rue projetée. Elle a son entrée spéciale, rue du Château-d'Eau, pour éviter toute communication avec la mairie proprement dite. Le vestibule des réunions publiques est commun à la justice de paix ; il donne entrée à la salle d'audience. Cette disposition a l'avantage de ne pas faire entrer dans la mairie les justiciables du juge de paix. On trouve, à la suite de la salle d'audience, le cabinet du juge, celui de son secrétaire, avec salles d'attente, et à l'entresol au-dessus, desservi par un escalier spécial, le greffe et ses services.

Dans l'aile gauche, se trouve le bureau des naissances, avec vestibule spécial, antichambre d'attente séparée du bureau, pour deux employés, lequel doit être absolument discret et où n'entrent seulement que les personnes intéressées. Un vestiaire accompagne le bureau de ces deux employés. A la suite, avec entrée sur la rue nouvelle, se trouve le poste de police avec ses violons, le cabinet de l'officier de paix et celui de ses employés.

Le bureau de bienfaisance, avec tous ses services, a son entrée par derrière, afin d'éviter de mettre trop en évidence les clients de ce bureau.

On trouve à l'entresol gauche du rez-de-chaussée, auquel on accède par l'escalier où est logé l'ascenseur, le bureau militaire, le bureau des élections, le bureau des décès et celui des pompes funèbres, dissimulés autant que possible, enfin la caisse municipale.

Le hall, accompagné de ses portiques, donne une grande surface couverte à l'abri du froid et de la pluie, permettant la réunion d'un nombreux public, en certaines occasions très fréquentes dans une grande mairie.

On accède au premier étage par le grand escalier d'honneur à double révolution, qui permet aux mariages de ne pas se mélanger. Ceux qui vont se marier prennent la volée de gauche, et ceux qui sont mariés descendent par la volée de droite. Ce service a besoin d'être très bien ordonné, car il y a quelquefois le même jour trente mariages en deux heures, dans cet arrondissement très peuplé.

La salle des mariages occupe tout le centre de la façade principale. A gauche, sont deux salons d'attente pour les mariages ; à droite, le cabinet du Maire, dont les fenêtres donnent faubourg Saint-Martin et rue du Château-d'Eau ; ce cabinet occupe la place d'honneur. Toute l'administration municipale est distribuée dans l'aile sur la rue du Château-d'Eau, où l'on trouve, en communication avec le cabinet du Maire, un grand cabinet pour les adjoints, le cabinet du chef des bureaux de la Mairie, et une grande salle de conseil et un téléphone ; à l'entresol du premier étage, au-dessus, on trouve les bureaux des

*

Digitized by Google

écoles et les salles des commissions. Dans l'aile opposée, les bureaux des mariages, les employés du secrétariat, le télégraphe, le bureau du sous-chef, lavabos, water-closets, etc. Au-dessus, à l'entresol du premier étage, le dépôt des archives, les bureaux du commissaire-voyer, etc.

Tout le fond du plan du premier étage est occupé par la salle des fêtes, accompagnée de deux grands salons. Les dispositions de cet étage sont étudiées pour permettre, dans les occasions d'une certaine solennité, de relier la salle des fêtes, par les portiques, à la salle des mariages et aux autres pièces placées sur le devant. L'escalier d'honneur lui-même, et, à proprement parler, tout le hall, participeront à ce grand ensemble décoratif.

Au deuxième étage se trouvent la bibliothèque, les bureaux des travaux, les appartements du secrétaire en chef et du trésorier du bureau de bienfaisance, ainsi que des logements pour le personnel de service.

La surface totale est de 2200 mètres environ, évaluée à 1000 fr. le mètre superficiel de construction. La nouvelle Mairie coûtera donc 2200000 fr. environ.

Ce beau monument, étudié à fond dans tous ses détails et dont l'aspect artistique est remarquable, fait honneur à M. Rouyer, l'habile architecte qui en a été chargé. Il comptera parmi les belles choses architecturales de Paris et pourra servir de type, dans l'avenir, pour les constructions de ce genre, car il montre d'une façon frappante comment le souci de l'art le plus pur peut être concilié avec la recherche utilitaire approfondie des besoins d'un service administratif fort compliqué.

G. Foris.

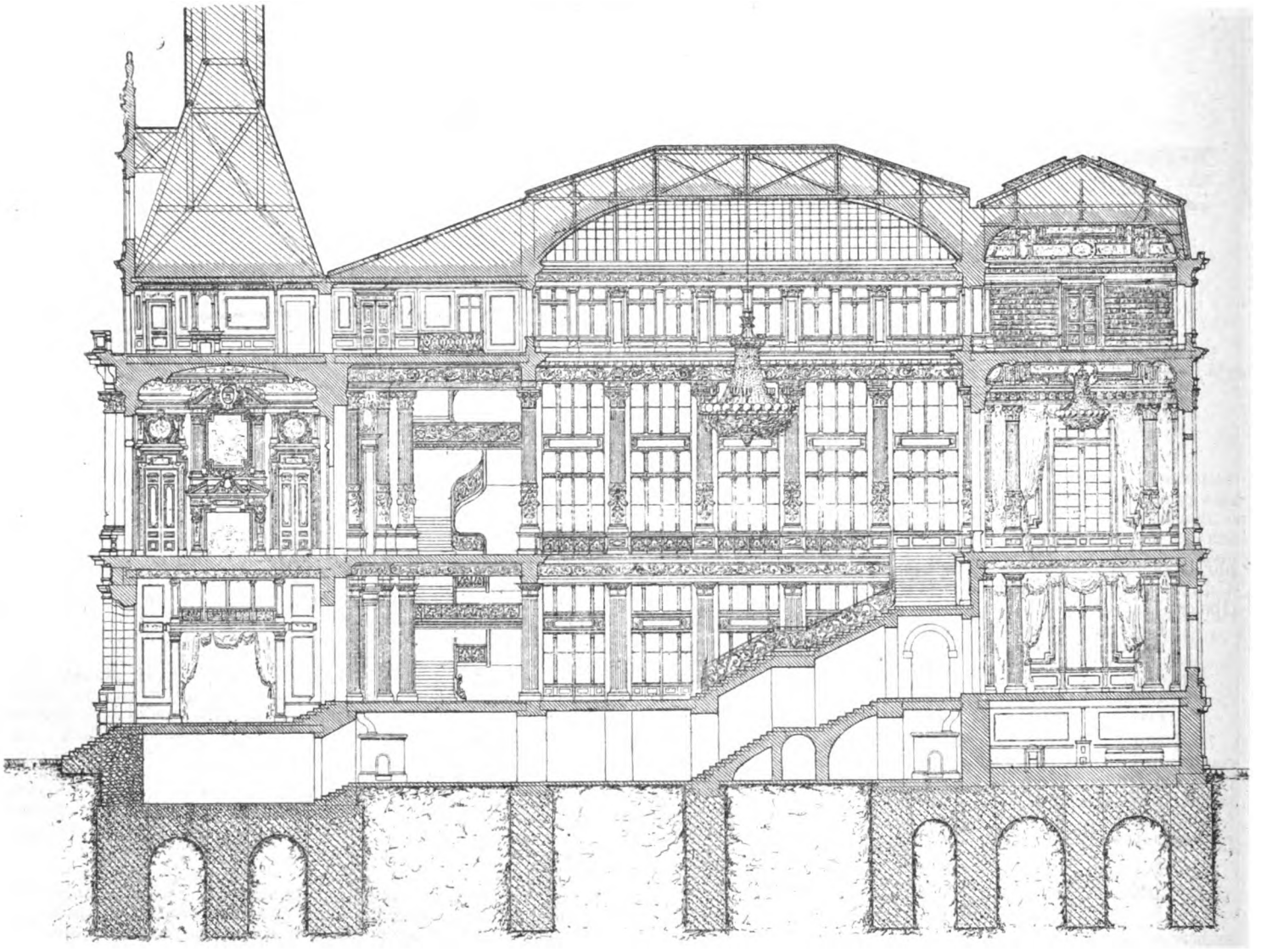


Fig. 1. — Coupe longitudinale de la nouvelle Mairie du Xe arrondissement, à Paris.

TRANSFORMATION DU THÉATRE DE LA PORTE-SAINT-MARTIN

Le nouveau directeur du théâtre de la Porte-Saint-Martin a fait, au début de cet hiver, d'importants changements et apporté de grandes améliorations à l'immeuble dont il devenait pour longtemps locataire.

Frappé de voir que Paris, la pépinière des grands artistes et des auteurs de talent, n'a pas de salles de spectacle dignes, au point de vue du confort, du public qui les fréquente ; que ses théâtres sont généralement mal distribués et imparfaitement agencés, et qu'ils n'offrent aux spectateurs aucun agrément d'ordre matériel ; qu'en un mot, Paris, sous ce rapport, est en retard sur Londres et Vienne ; il a voulu doter la capitale d'un théâtre qui réunît toutes les conditions possibles d'un confortable si désiré, — de telle sorte que le public pût se sentir un peu chez lui, et trouver à sa portée, en dehors de la salle de spectacle, le plus de commodités possibles.

Il a donc fait en grande partie démolir l'intérieur du théâtre, puis apporter dans sa reconstruction toute une série d'innovations : café, fumoir, foyer avec jardin d'hiver, terrasse découverte, salle de lecture et de correspondance, téléphone, cabinets de toilette, water-closets confortables, etc., etc.

Au rez-de-chaussée, l'ancien café du Théâtre a été exproprié et remplacé par un vaste hall, qui, le jour, sert de galerie, de salle des dépêches. Au fond, se trouvent le bureau de location, le bureau des téléphones, la caisse, le secrétariat. Le soir, ce hall sert tout d'abord de vestibule d'entrée, de telle sorte que le public fait queue dans une salle bien chauffée, bien éclairée, au lieu d'être dehors à la pluie. Et pendant les entr'actes, il sert de fumoir. Une entrée spéciale permet d'accéder directement dans le nouveau café du Théâtre (l'Auberge des Adrets).

Egalement au rez-de-chaussée, sous l'orchestre, se trouve une très vaste installation de lavatorys, comprenant water-closets parfaitement organisés, cabinets de toilette bien outillés et très confortables, femmes de chambre, fleuristes, brosseurs, cireurs, etc. Tout autour circule un couloir qui permet de sortir par la rue de Bondy et dans lequel débouche l'escalier qui accède aux fauteuils d'orchestre dans le prolongement de l'allée centrale et de l'axe de la scène.

A l'orchestre, autre amélioration : les musiciens sont invisibles, sous le proscénium, comme à Bayreuth ; il s'ensuit que l'acteur est ici beaucoup plus en contact avec son public et qu'une forêt d'archets, de hanches et de pupitres ne vient plus s'interposer et jeter un froid dans le spectacle.

Au même étage que l'orchestre, en façade sur la rue, se trouve le cabinet de travail et l'appartement de M. Rochard. A droite de l'escalier, au-dessus du contrôle, on a jeté un plancher pour obtenir une pièce supplémentaire dans laquelle est installé un bar. Au-dessus, au niveau du premier balcon (corbeille), le foyer du public, heureusement agrandi par une grande vérandah établie sur les colonnes qui supportaient l'ancienne marquise, et épousant la courbe du grand cintre de pierre qui constitue le motif principal d'ornementation de la façade.

Nous donnons (fig. 1), une vue perspective de cette vérandah,

Digitized by Google

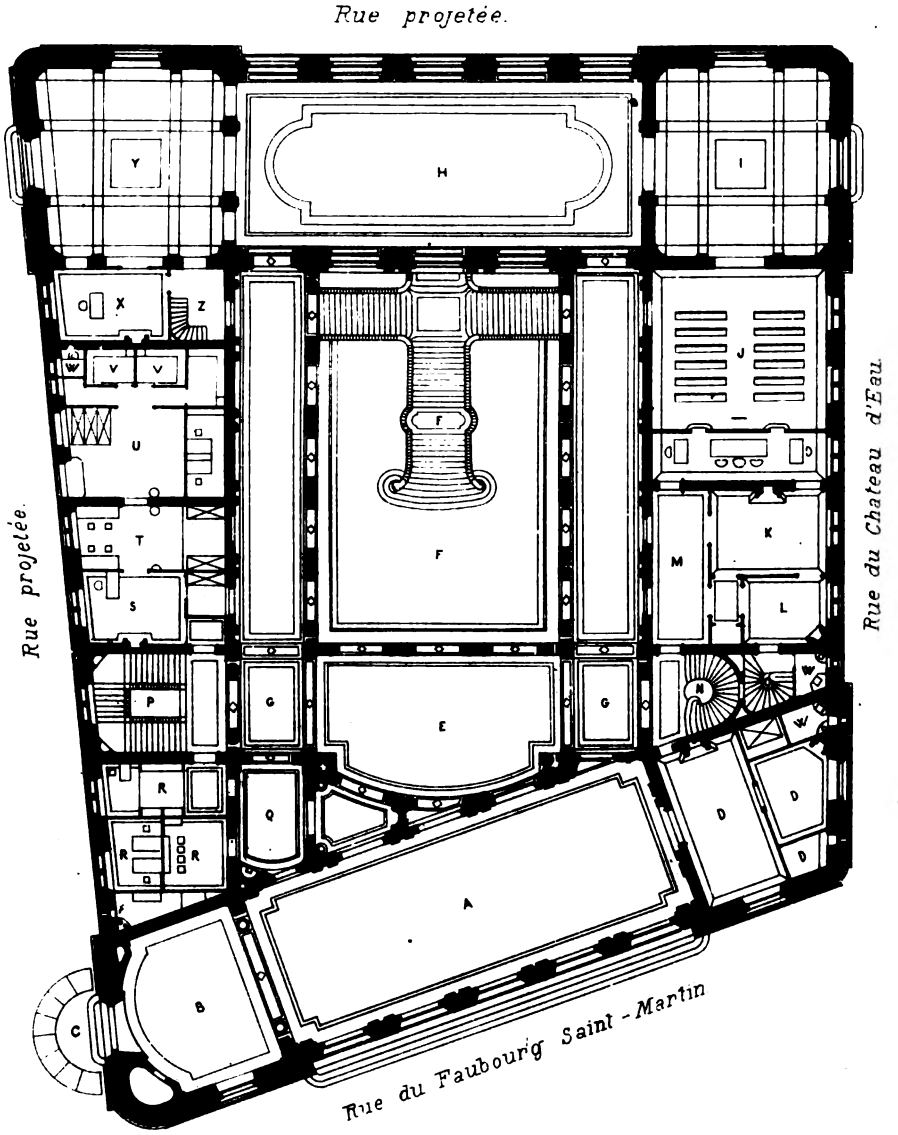
Digitized by Google

NOUVELLE MAIRIE DU X

à

Fig. 1. Plan du Rez-de-Chaussée.

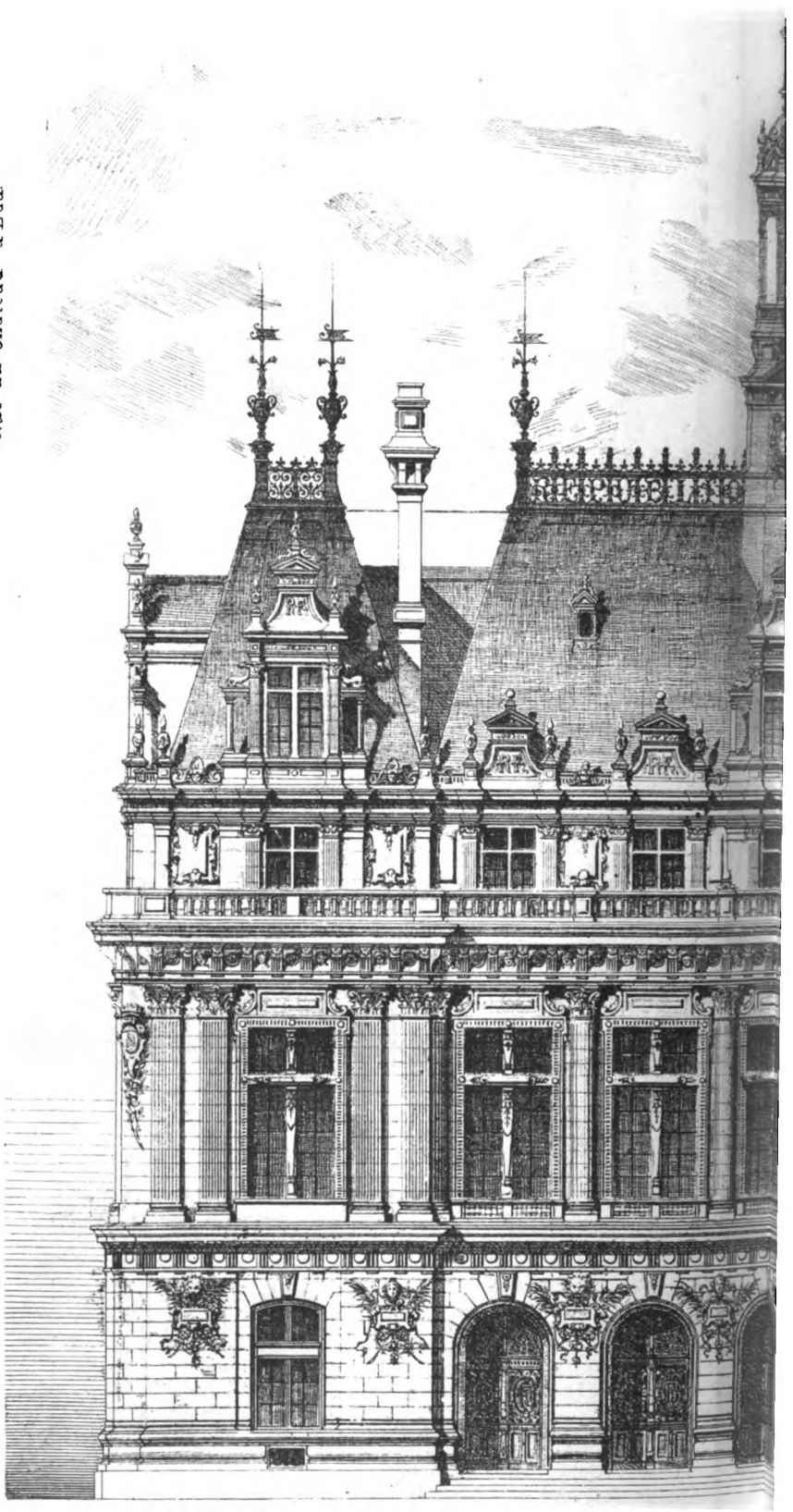
Echelle de 0m0025 p. 1 m.



Légende du Plan du Rez-de-Chaussée.

A. — *Vestibule public.*
B. — *Vestibule de la descente à couvert.*
C. — *Marquise pour la descente à couvert.*
D. — *Concierge.*
E. — *Vestibule des escaliers.*
F. — *Grand Hall et escalier d'honneur.*
G. — *Galeries du Hall.*
H. — *Salle des réunions.*
I. — *Vestibule de la Justice de paix.*
J. — *Justice de paix.*
K. — *Cabinet du Juge de paix.*
L. — *Secrétaire du Juge de paix.*
M. — *Salle d'attente et de témoins.*
N. — *Escalier des bureaux.*
O. — *Escalier particulier du Greffier.*
P. — *Grand escalier des bureaux.*
Q. — *Antichambre du bureau des naissances.*
R. — *Bureau des naissances.*
S. — *Bureau de l'Officier de paix.*
T. — *Employés de l'Officier de paix.*
U. — *Poste de police.*
V. — *Violon*
X. — *Bureau de Bienfaisance.*
Y. — *Employés du bureau de Bienfaisance.*
W. — *Water-closets.*

Fig. 2. — Façade sur



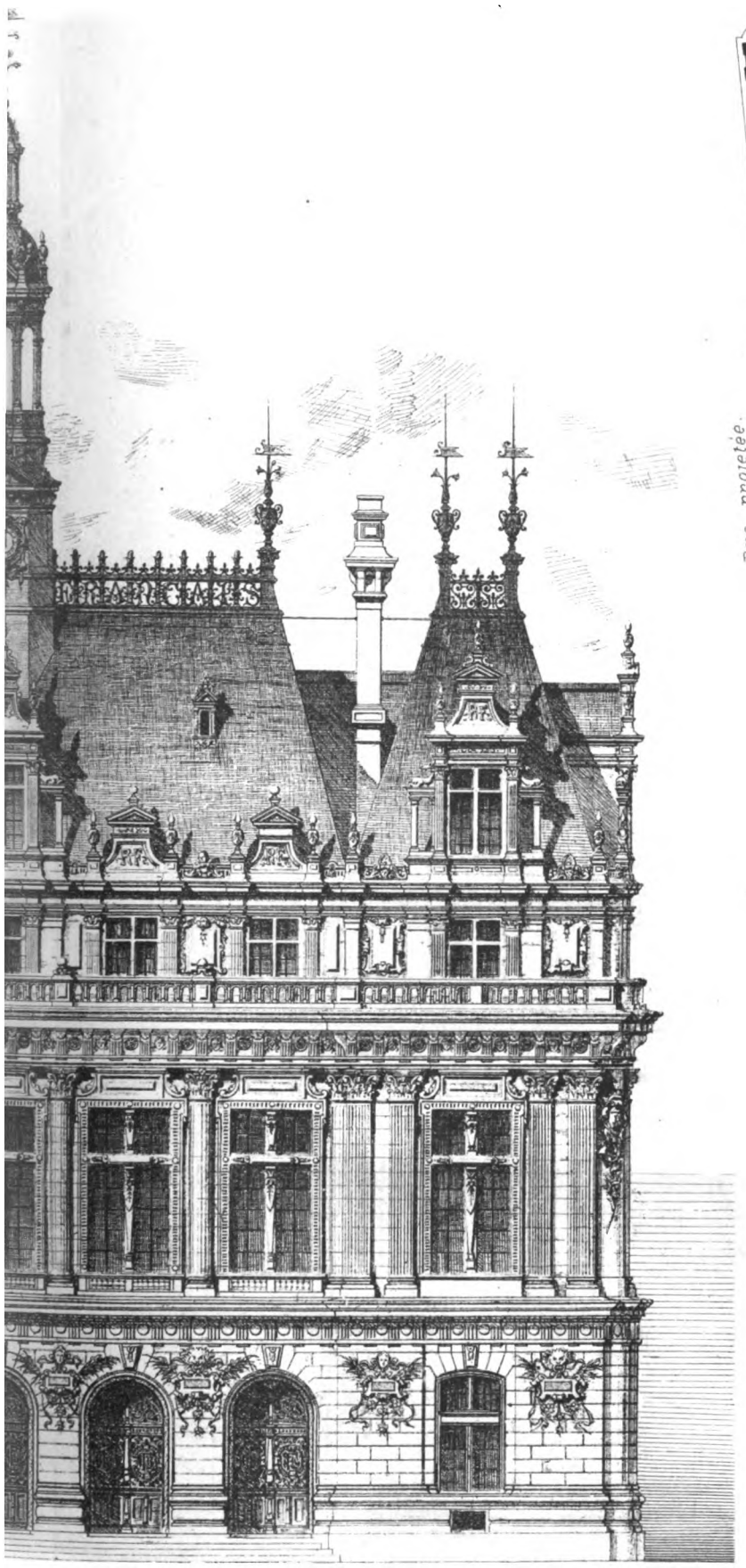
Echelle de

Digitized by Google

e ARRONDISSEMENT.

aris

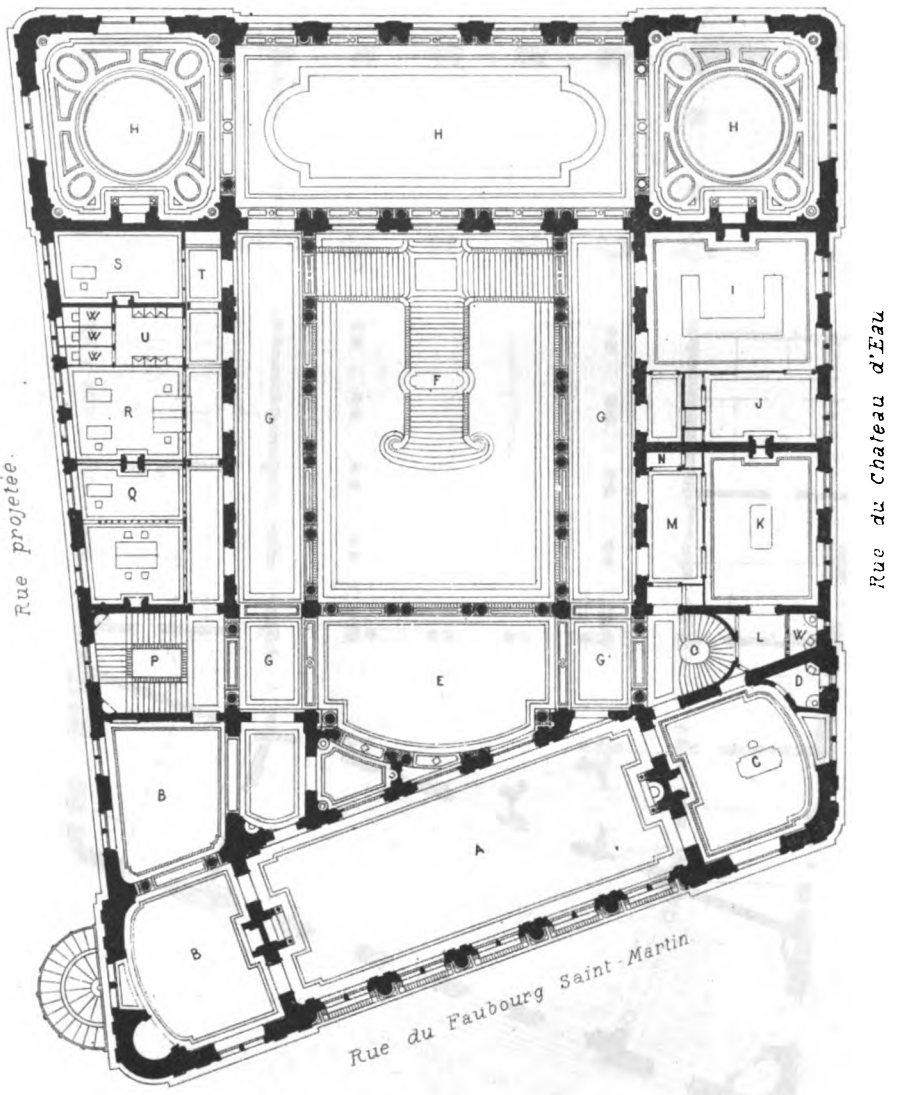
rue du Faubourg St Martin.



,305 p. 1 m.

Fig. 3 Plan du premier Etage

Echelle de 0m0025 p 1 m.



Légende du Plan du premier étage.

A. — *Salle des mariages.*
B. — *Salon d'attente des mariages.*
C. — *Cabinet de M. le Maire.*
D. — *Vestiaire de M. le Maire.*
E. — *Vestibule de la salle des mariages.*
F. — *Hall et escalier d'honneur.*
G. — *Galeries.*
H. — *Salle des fêtes.*
I. — *Salle du Conseil.*
J. — *Cabinet du Secrétaire en Chef.*
K. — *Cabinet des Adjoints.*
L. — *Dégagement.*
M. — *Antichambre.*
N. — *Téléphone.*
O. — *Escalier des bureaux.*
P. — *Escalier et ascenseur.*
Q. — *Bureaux des mariages.*
R. — *Employés du Secrétariat et Télégraphe.*
S. — *Sous-Chef des bureaux.*
T. — *Couloir de dégagement.*
U. — *Lavabos.*
V. — *Water closets.*

Imp^ie Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis. Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

établie par M. Michelin, Ingénieur-constructeur, d'après les plans de M. H. Schmit, l'habile architecte qui a si heureusement conduit ces travaux.

Le soir, surtout lorsque les lampes scintillent et font reluire tous ces ors répandus à profusion, cette vérandah toute fulgurante, avec son diadème d'émeraudes qui brillent dans la nuit, réjouit les yeux et engage à entrer.

Elle est construite entièrement en fer. La carcasse du comble, en forme d'annelet, supporte un plancher sur lequel repose la couverture en zinc ; à l'intérieur, l'ossature métallique est apparente ; les remplissages sont en staff décoré. Le chéneau en tôle, orné de rosaces et de moulures, est décoré d'ornements en tôle repoussée et en zinc estampé. Sur le chéneau, une frise avec rinceaux en fer forgé et garnie de vitraux. L'ossature métallique des parois verticales maintient de grandes glaces translucides entourées de frises en vitraux colorés. Deux portes donnent accès sur la terrasse, ornée tout au pourtour d'un fort beau balcon en fer forgé.

A droite, dans le foyer du public, une porte s'ouvre sur un vestibule dans lequel se trouve un escalier en chêne de quelques marches qui donne accès aux salons des artistes et de la danse. Pour obtenir ces salles, auxquelles on peut également parvenir par un escalier débouchant sur la scène, il a fallu couper de très gros murs et les supporter par d'énormes poutres tubulaires.

Très élégants, très gais, ces foyers sont ornés de panneaux décoratifs et des immenses glaces réglementaires. L'accès n'en est permis qu'aux abonnés et aux habits noirs.

La salle elle-même a été entièrement remise à neuf : les fauteuils sont commodes et bien compris. La note dominante de la coloration est le bleu : les soubassements des baignoires et des loges, les rampes et les mains-courantes des balcons, les lambrequins et les rideaux sont en drap bleu. Au lieu de l'éternel papier rouge, les loges et les baignoires sont tendues d'une étoffe d'un ton cuivre très agréable à l'œil. Enfin, pour augmenter le confortable, trois loges ont été sacrifiées à chaque étage, et entre les colonnes d'avant-scène un étage a été supprimé : de telle sorte que la décoration des grandes loges monte jusqu'au cintre et rappelle l'ornementation des loges royales ou impériales d'autrefois.

L. DE THUNIMONT.

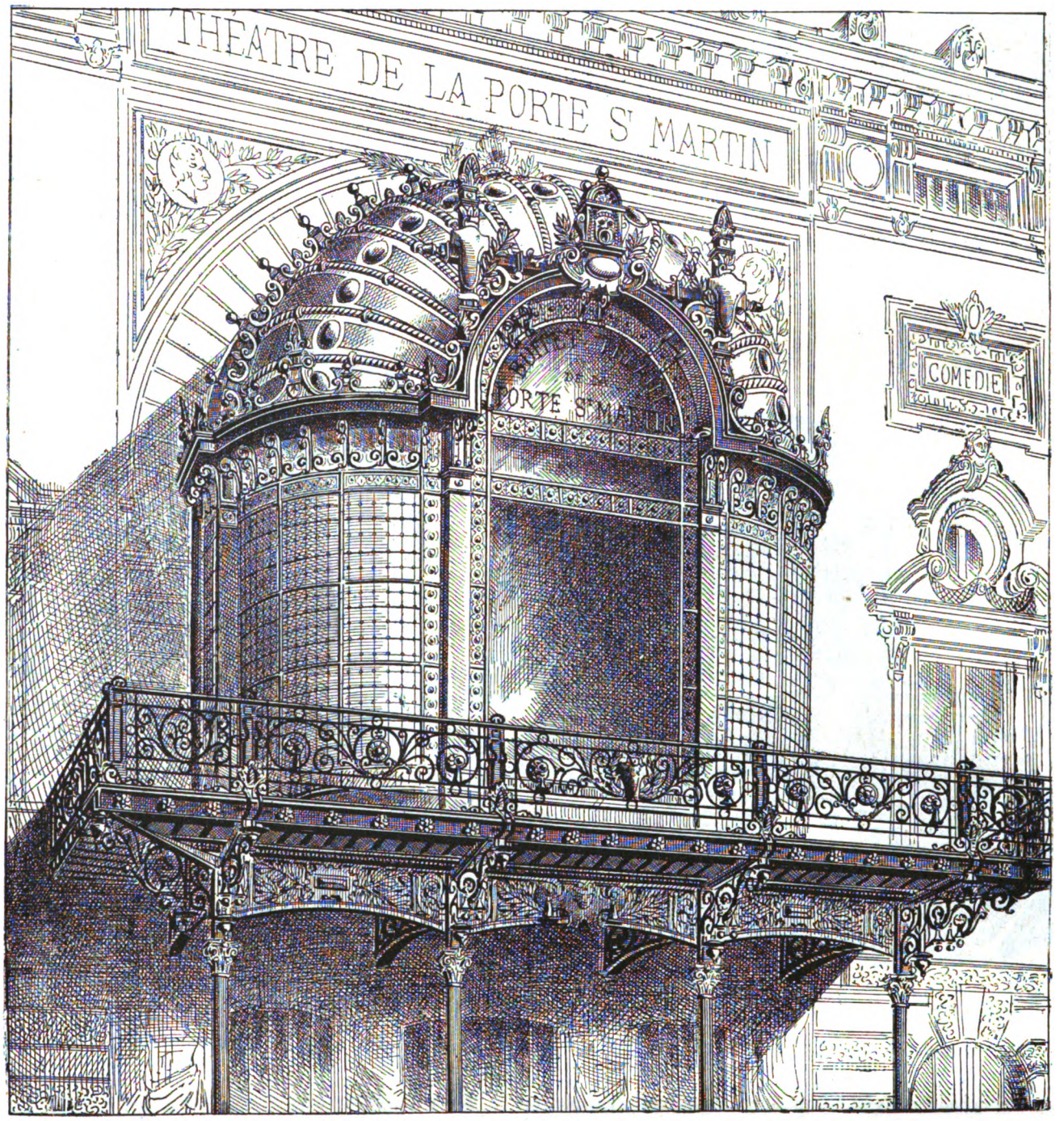


FIG. 1. — Vue extérieure de la nouvelle vérandah du théâtre de la Porte-Saint-Martin, à Paris, construite par M. Michelin.

MÉCANIQUE

MACHINE A VAPEUR A GRANDE VITESSE WILLANS
à tige de piston creuse et tiroir central.

La machine à vapeur Willans que nous allons décrire est très répandue en Angleterre, où elle est employée d'une manière à peu près générale dans les stations centrales d'éclairage électrique (1) ; mais ce n'est guère que depuis l'Exposition navale de Londres, en 1891, que l'attention publique a commencé à se porter sur elle.

(1) A Londres seulement, 13 stations centrales sont montées avec les machines Willans représentant 19 000 chevaux vapeur environ, soit le double des autres stations réunies, y compris celle de Deptford. 10 000 autres chevaux doivent compléter prochainement la force totale de ces 13 stations. En ajoutant à ce chiffre les installations privées, la puissance mécanique s'élève actuellement à 22 000 chevaux. Dans toute l'Angleterre elle atteint 40 000 chevaux environ.

Digitized by Google

La puissance mécanique de la station électrique qui figurait à cette Exposition comprenait 1 060 chevaux, répartis en 5 machines dont 3 de 300 chevaux et 2 de 80, chacune accouplée directement et rigidement à une dynamo Siemens, placée sur le même bâti. La figure 1 montre une dynamo à vapeur de ce système *(steam-dynamo)* de 300 chevaux. Le groupe des 3 grosses unités occupait un emplacement de $10^m \times 7^m$, et l'ensemble électro-mécanique total couvrait seulement un espace de $16^m \times 7^m$.

Le faible emplacement, la marche silencieuse, l'absence de mouvement extérieur, étaient les caractéristiques qui frappaient à première vue. Mais ces qualités précieuses, qu'on retrouve d'ailleurs dans certaines autres machines à grande vitesse, ne sont pas les seules que possèdent les moteurs Willans : leur grand avantage, c'est leur faible consommation de vapeur. A ce titre, les résultats constatés sont dignes d'intérêt et permettent d'établir un parallèle avec les meilleures machines à marche lente.

Ces résultats sont dus à une conception nouvelle de la distribution, à l'utilisation complète de la force expansive de la vapeur, à la réduction au minimum des résistances de frottement et à un ajustage extrêmement précis.

Dans sa construction, la machine Willans diffère sensiblement des machines à grande vitesse et à simple effet.

Elle se compose essentiellement d'une tige de piston unique creuse, à l'intérieur de laquelle se meut un tiroir cylindrique opérant la distribution. La détente est effectuée à pleine course lorsque les orifices percés dans la tige creuse traversent les garnitures ou collets des plateaux de cylindres. Dans les machines compound et triple, les cylindres sont superposés, les pistons sont fixés sur la tige et se meuvent solidairement.

Les figures 3 et 4 montrent les autres détails de construction. Chaque tige de piston est pourvue de deux bielles divisant les efforts et l'excentrique est monté sur l'axe de la manivelle. De plus, une chambre intermédiaire, dite *receveur*, entre le cylindre de BP et celui de HP, reçoit pendant la course ascendante la vapeur qui a servi dans la phase précédente, et cela sans changement appréciable dans le volume et la pression. La chute de température totale est ainsi très heureusement fractionnée. Cette combinaison a aussi pour effet de permettre à l'eau de condensation de passer aisément sous le piston et de s'accumuler sans inconvénient au fond du receveur, d'où elle est extraite par les purgeurs. Elle permet, en outre, la suppression de la contrepression dans le cylindre, contrepression généralement indispensable dans les autres machines et surtout dans celles à simple effet, mais se traduisant nécessairement par une perte de travail.

La pression constante sur l'arbre est obtenue par un dispositif ingénieux. Le piston-guide, à son bas de course, découvre une ouverture I, en communication avec l'atmosphère. L'air qui pénètre alors dans le cylindre-fourreau est comprimé pendant la course ascendante à un degré calculé suivant la vitesse de régime maximum, et maintient ainsi le contact permanent des coussinets des bielles, ce qui explique la marche silencieuse de la machine et l'absence de trépidations.

Le travail absorbé par la compression de l'air est rendu par son expansion à la course inverse, ainsi que le montre le diagramme ci-dessous (fig. 2).

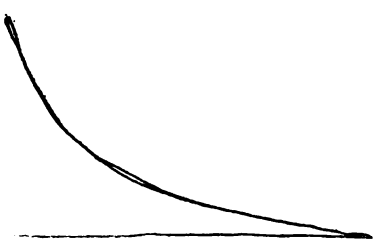


FIG. 2.

La régulation a lieu au moyen d'un régulateur à force centrifuge actionnant, par l'intermédiaire d'une tige, un tiroir ou registre réglant l'admission. Un système de ressorts, l'un agissant sur les masses du régulateur, l'autre sur la tige, équilibre les efforts suivant une relation déterminée. La sensibilité de ce mode de régulation est très grande et assure une invariabilité de vitesse presque absolue (à 2 °/₀ près) pour des charges pouvant varier dans de grandes limites.

De la description sommaire qui précède, il ressort qu'une ligne de cylindres constitue réellement dans son ensemble une machine complète. L'addition d'une deuxième ligne double donc la puissance, et celle d'une troisième la triplerait. La majeure partie des machines Willans sont à 2 lignes de cylindres ou à deux manivelles, calées à 180 degrés.

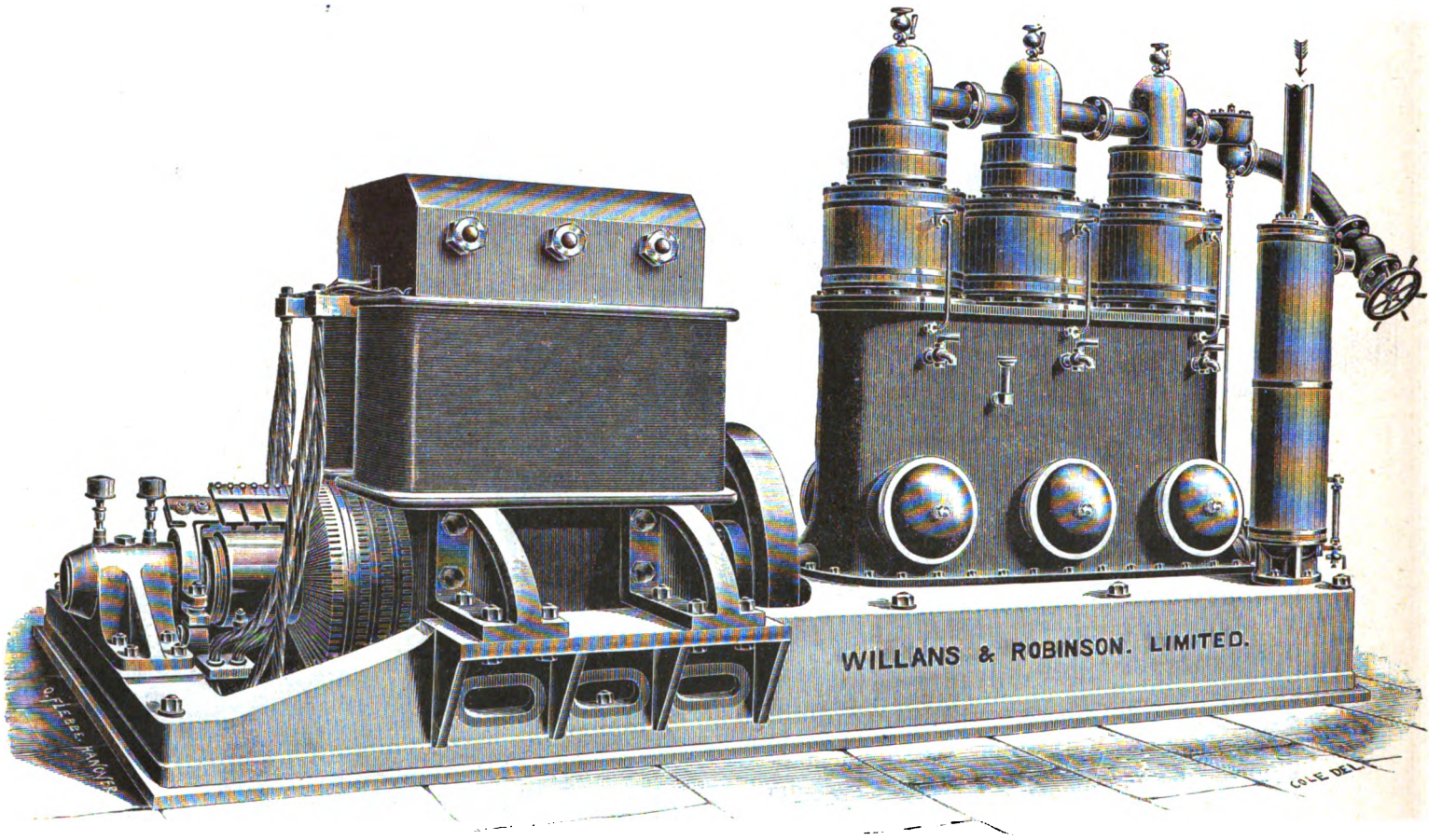


FIG. 1. — Machine à vapeur Willans de 300 chevaux, à triple expansion, accouplée directement à une dynamo Siemens.

Enfin la construction est fondée sur le système interchangeable, et permet la transformation rapide d'une machine simple en compound ou en triple et réciproquement.

En ce qui concerne la consommation de vapeur et les conditions de travail, des essais nombreux ont été effectués, soit par la marine anglaise à la réception des moteurs commandés (1) aux constructeurs, soit par l'industrie privée, mais nous ne signalerons que les résultats relevés par M. Willans, sous le contrôle de MM. les professeurs Kennedy et Unwin et de MM. les Ingénieurs Hartnell, Mac Farlane Gray, Low et quelques autres. Ces résultats sont consignés et commentés dans un remarquable rapport de M. Willans intitulé : *Essais d'économie sur une machine à échappement libre, à simple, double et triple expansion*, lu en mars 1888 à l'Institution des Ingénieurs Civils anglais. Les membres qui ont pris part à la discussion déclarent qu'aucune expérience sur les machines à grande vitesse n'avait présenté jusque-là un caractère aussi scientifique et fourni des résultats aussi mathématiquement précis, obtenus avec des moyens aussi rigoureusement exacts.

Il est intéressant de noter que tous les essais ont été faits avec la même machine disposée en compound et en machine triple par l'addition d'un ou de deux cylindres avec leurs tige et tiroirs, le cylindre de BP demeurant le même et rien n'étant changé aux conditions générales.

Les expériences ont été faites avec diverses pressions, diverses détentes et différentes vitesses, sous les trois états de la machine, simple, compound et triple. Les résultats obtenus ont été condensés dans des

(1) 4 000 chevaux environ ont été livrés à la Marine de l'Etat à ce jour pour l'éclairage électrique des navires.

Digitized by Google

tables très complètes et illustrés par de nombreux graphiques. L'auteur a cherché à résoudre différents points douteux touchant aux machines à grande vitesse et présentant un caractère général.

La machine à tiroir central Willans se prêtait d'ailleurs très bien à cette étude, qui n'eût probablement pu être ni aussi complète ni aussi précise avec un autre moteur.

Le programme que M. Willans s'était proposé est le suivant :

1° Établir sous différentes conditions la proportion de l'eau pompée dans la chaudière, qui peut être relevée sous forme de vapeur dans le premier cylindre, et celle qui échappe à l'indicateur par suite de fuites, de la radiation, du premier jet et de la condensation initiale;

2° Établir les effets de la vitesse de rotation, de l'aire de la surface exposée, de la pression et de la chute de température sur la condensation initiale et sur l'économie en général;

3° Fixer aussi exactement que possible le meilleur degré pratique d'expansion pour une pression quelconque donnée;

4° Établir quel percentage du travail dû théoriquement par la vapeur relevée à l'indicateur est obtenu sous diverses conditions;

5° Déterminer la pression au delà de laquelle l'expansion est plus économiquement réalisée dans deux cylindres au lieu d'un, et celle au delà de laquelle trois cylindres sont préférables à deux;

6° Établir le rapport entre le travail fourni par chaque kilogramme de vapeur et le travail thermo-dynamique dû dans les conditions limitées de chaque expérience.

Nous ne suivrons pas M. Willans dans ses développements; mais sans reproduire ici ses intéressants graphiques et ses diagrammes, nous croyons intéressant de citer les conclusions de son rapport, conclusions qui touchent plusieurs points soumis à la controverse technique.

Il a été démontré, conclut M. Willans :

1° Que le percentage d'eau manquant au moment de la détente peut varier, avec de la vapeur pratiquement sèche, de 5 °/₀ à plus de 40 °/₀ suivant les conditions du travail;

2° Qu'à 400 révolutions par minute, la quantité d'eau présente dans un cylindre quelconque est déterminée principalement par la chute de température dans ce cylindre et qu'elle ne paraît pas être affectée par les variations de densité de la vapeur ou par des changements dans l'aire de la surface exposée. Les faits semblent indiquer que l'action des parois des cylindres n'a pas une sérieuse influence avec de grandes vitesses de révolution, la cause de la condensation devant être plutôt attribuée à l'échauffement et au refroidissement alternatif de la petite masse d'eau retenue dans le cylindre. La grande vitesse est donc favorable à l'économie, du moins jusqu'à 400 révolutions, maximum pratiqué dans les essais, mais il est logique d'admettre qu'une vitesse supérieure eût donné de meilleurs résultats encore;

3° Que dans la machine d'essai marchant compound à 400 tours par minute, la détente trouvée comme la meilleure ne diffère pas sensiblement de celle indiquée théoriquement;

4° Que dans une machine sans condensation marchant à 400 tours par minute, il est avantageux d'employer deux cylindres, même avec une pression abaissée à 5ᵏᵍ630 absolus, et qu'à partir de 11ᵏᵍ320 absolus, il y a un léger avantage (lequel croît probablement avec la pression) à employer trois cylindres;

5° Que le rendement thermo-dynamique, qui a été défini comme étant le rapport du travail fourni par chaque kilogramme de vapeur au travail thermo-dynamique qu'il produisait étant détendu de la température moyenne d'admission à celle d'échappement, a atteint son maximum dans les essais de machine simple, soit 81 °/₀ avec la pression la plus faible, c'est-à-dire 2ᵏᵍ830. A 7ᵏᵍ780, le rendement s'est abaissé à 68,8 °/₀.

Avec la marche compound, le plus haut rendement, soit 82,5 °/₀, a été obtenu à 7ᵏᵍ780 de pression. Au-dessus et au-dessous de cette pression, le rendement a diminué.

La machine triple a montré un rendement de 78 °/₀ à 12 kilogr., mais comme le rendement dans ce cas va croissant, le maximum ne serait probablement obtenu que très peu au-dessous de 14ᵏᵍ150 de pression.

Ces conclusions sont groupées dans les tableaux dont nous avons parlé. Ne pouvant les reproduire ici dans leur entier, nous nous contentons d'en donner un résumé à la fin de cet article, relatant spécialement les consommations. Les chiffres relevés sont intéressants et à coup sûr nouveaux dans la pratique des grandes vitesses, qui se trouvent ainsi mises en parallèle sans défaveur avec les machines à marche lente considérées jusqu'ici comme les plus économiques.

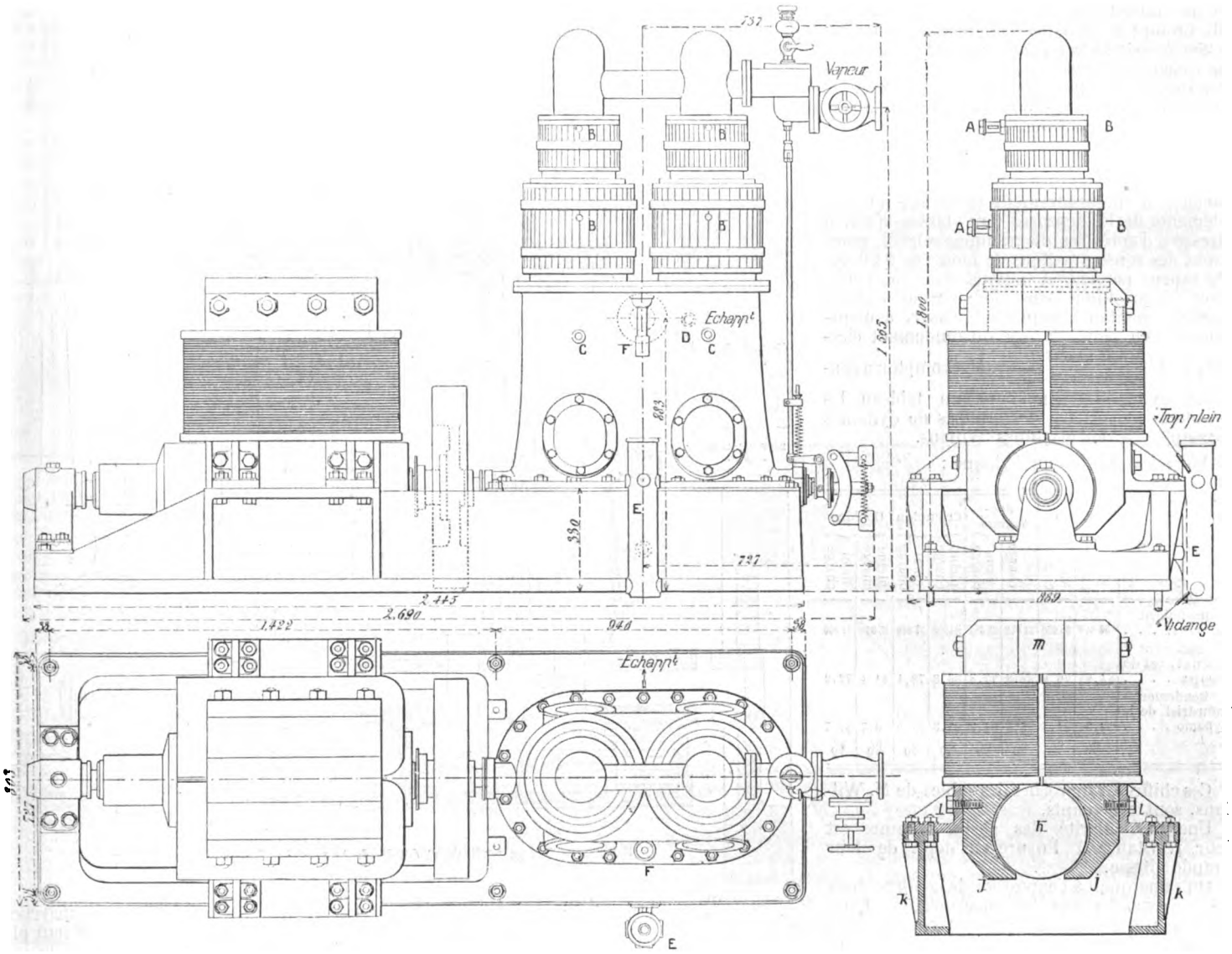


Fig. 3. — Élévation, vue en bout et plan d'une machine à vapeur compound Willans accouplée directement avec une dynamo Siemens. Coupe de la dynamo.
AA. Purges automatiques; — BB. Purges du receveur; — CC. Robinets à air; — D. Purge de l'échappement; — E. Niveau du mélange lubrifiant; — F. Entonnoir-Cheminée pour l'huile.

Dimensions générales de la machine d'essai :

Surface utile de piston de HP. . .	dessus. .	222,5252
	dessous .	201,7970
— — — MP. . .	dessus. .	460,9944
	dessous .	425,5258
— — — BP . . .	dessus. .	911,6430
Longueur de la course.		152 millimètres.

Digitized by Google

Une seule expérience a été faite avec marche à condensation, la pression absolue étant de 12 kilogr. La consommation de vapeur a été de 6k 850 par cheval indiqué. Depuis cette époque, de nouvelles améliorations ont été réalisées et les chiffres actuels sont plus favorables encore. Au sujet d'une fourniture faite à l'amirauté anglaise en 1886, comprenant un groupe rigide, machine Willans et dynamo Siemens, des essais sur le rapport entre le cheval électrique aux bornes et le cheval indiqué dans les cylindres ont été faits à différentes charges, variant de 100 à 450 ampères, la tension étant constante (80 volts) et la vitesse à peu près uniforme. Le rendement constaté, c'est-à-dire $\frac{\text{cheval électrique}}{\text{cheval indiqué}}$, a été de 66 % à la plus faible charge et de 82,3 % à pleine charge. Aujourd'hui les génératrices électriques sont sensiblement supérieures à ce qu'elles étaient alors, et le rendement est d'autant plus élevé. M. Crompton, dans son intéressant rapport : « *Sur le coût de la production et de la distribution de l'énergie électrique* », présenté à l'Institution des Ingénieurs civils anglais en avril 1891, attribue aux machines Willans une grande part dans les résultats favorables obtenus dans les stations centrales électriques placées sous son contrôle. Son étude, qui avait pour but de dégager l'importance du facteur-charge (load-factor), a nécessairement porté sur tous les éléments de la dépense. Les tables qu'il a dressées d'après les diagrammes relevés, montrent des consommations de moins de 9 kilogr. de vapeur par cheval indiqué dans les cylindres des machines (sans condensation) à pleine charge, montant jusqu'à 11 kilogr. à demi-charge. Au point de vue du rendement électrique $\left(\frac{\text{cheval électrique}}{\text{cheval indiqué}}\right)$, M. Crompton a consigné synoptiquement dans un tableau les résultats fournis par des groupes de dynamos accouplées à des machines Willans.

Voici les chiffres qu'il donne :

Dynamos	Kapp		Édison-Hopkinson		Crompton		Goolden	
	pleine charge	demi charge	pleine charge	demi charge	pleine charge	demi charge	pleine charge	demi charge
Rendement en watts. . . .	50 100	25 050	51 030	25 515	114000	57 000	45 000	24 000
Rendement industriel du groupe.	84,25 %	76 %	86,2 %	77,8 %	85,8 %	78,1 %	84 %	72,2 %
Rendement industriel de la dynamo	93,9 %	91,7 %	95,8 %	94,9 %	95,3 %	95 %	90,7 %	87,7 %

Ces chiffres, rapprochés des tables de M. Willans, sont concluants.

Une particularité des steam-dynamos est leur résistance à l'usure en dépit de leur grande vitesse.

On remarquait à l'exposition de Londres, deux pièces exposées par les constructeurs. L'une était une tige creuse provenant d'une machine de 100 chevaux ayant marché nuit et jour, presque sans arrêt pendant cinq ans, ce qui représente 800 000 000 de révolutions environ, correspondant à onze années de travail normal. Or, cette tige ne présentait aucune trace d'usure ni à l'intérieur, ni à l'extérieur, sinon un brillant poli. La deuxième pièce était un cylindre de basse pression de 508 millimètres, appartenant à une machine compound de 200 chevaux ayant fonctionné 2 ans dans la station électrique de l'hôtel et du théâtre Savoy à Londres ; l'usure constatée était de $^5/_{100}$ de millimètre, c'est-à-dire à peine appréciable.

L'emploi d'un condenseur réalise, bien entendu, avec la machine Willans, la même économie qu'avec tout autre machine, mais étant donnés les chiffres de consommation déjà si faibles pour la marche à échappement libre, ceux obtenus avec la condensation semblent plus remarquables encore. Nous avons cité une consommation de 6k 850 par cheval indiqué, mais des chiffres plus bas ont pu être garantis pour des machines de 400 chevaux, et il sera intéressant de connaître les résultats d'essais sur des unités de 900 chevaux actuellement en construction. Nous y reviendrons ultérieurement s'il y a lieu.

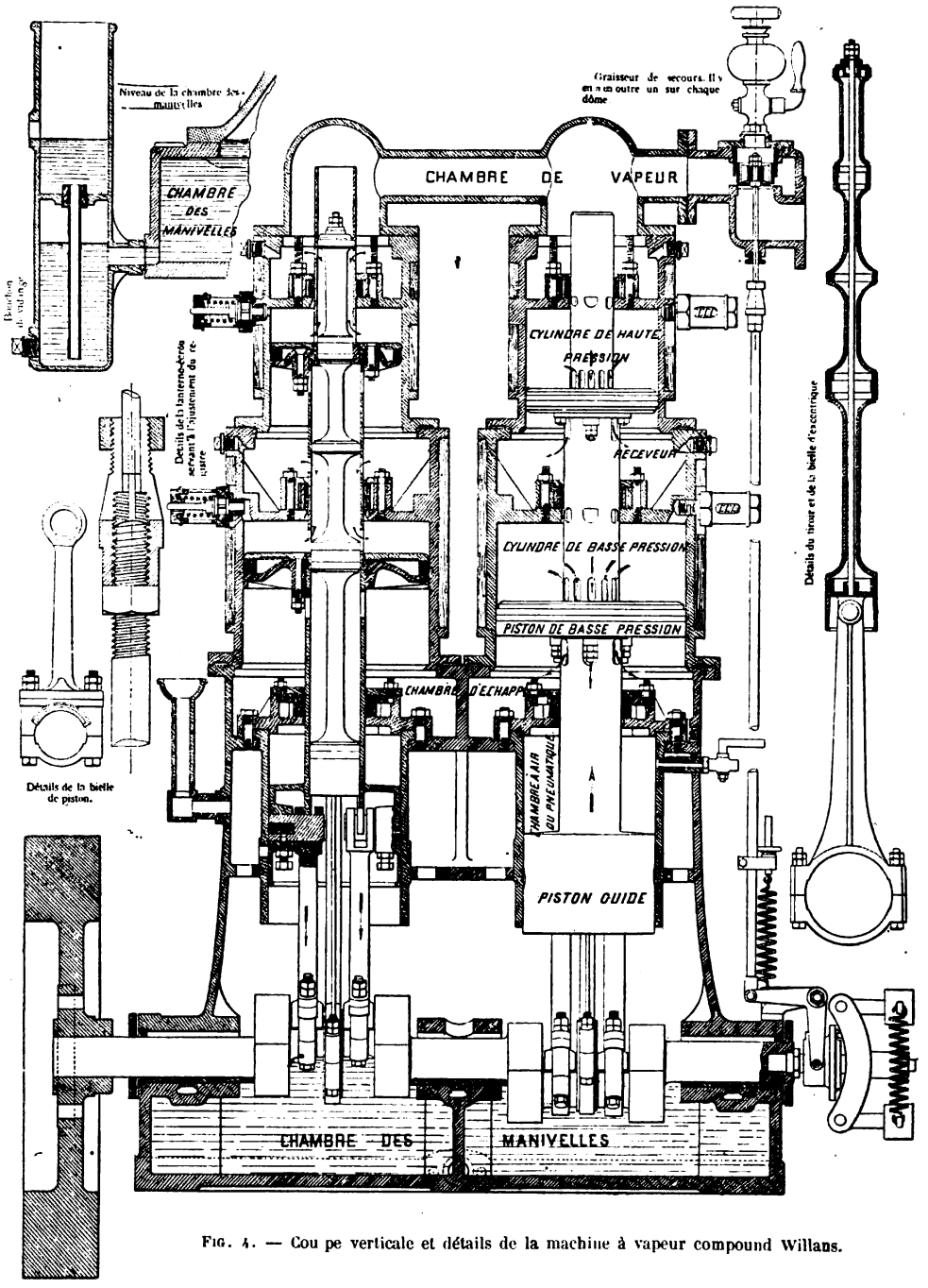


FIG. 4. — Coupe verticale et détails de la machine à vapeur compound Willans.

Marche à échappement libre. — TABLEAU I. — *Essais compound avec vitesse constante, pressions et détentes diverses.*

Lettre référence, pression moyenne d'admission absolue et rapport d'expansion	C $\frac{7^k}{3,6}$	C $\frac{8^k,400}{4,4}$	C $\frac{9^k,140}{5,2}$	C $\frac{9^k,840}{5,6}$	C $\frac{10^k,540}{5,6}$	C $\frac{10^k,540}{6}$	C $\frac{11^k,240}{6}$
Date des essais.	Oct. 14	Oct. 22	Oct. 27	Nov. 2	Nov. 3	Nov. 12	Nov. 5
Contrepression atmosphérique. . . . . En kilogr.	1,018	1,056	1,035	1,005	0,994	»	1,049
Pression dans la chaudière (au-dessus de l'atmosphère). . . . . —	7,065	8,750	9,390	10,207	10,896	»	11,600
— moyenne absolue dans le cylindre pendant l'admission. . . . —	6,747	8,525	9,132	9,972	10,534	»	11,143
Rapport d'expansion corrigé.	4	4,84	5,87	6,2	6,15	»	6,46
Nombre de révolutions par minute (moyenne pendant la durée de l'essai)	401,5	402,7	401,9	405,1	404,05	402,1	401,2
Chevaux indiqués.	30	34,73	33,25	36,43	38,59	36,93	39,55
Eau consommée par cheval-heure indiqué. . . . . En kilogr.	10.044	9.430	9,193	8,876	8,833	8,876	8,712

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Essais à triple expansion avec vitesse constante, pressions et détentes diverses.*
A Professeur KENNEDY. **B** Professeur UNWIN. **C** M. HARTNELL. **D** M. MAC-FARLANE GRAY.

Lettre référence, pression moyenne d'admission absolue et rapport d'expansion	T $\frac{10^k540}{5,6}$	T $\frac{10^k540}{6}$	T $\frac{11^k240}{6}$	T $\frac{11^k240}{6,4}$	T $\frac{11^k950}{6,4}$	T $\frac{11^k950}{6,4}$	T $\frac{11^k950}{6,4}$
Dates des essais	Déc. 14	Déc. 19	Janv. 14 **A**	Déc. 16	Déc. 17 **B**	Janv. 12 **C**	Janv. 16 **D**
Contrepression atmosphérique. . . En kilogr.	1,035	1,010	1,053	1,017	1,033	1,057	1,045
Pression dans la chaudière (au-dessus de l'atmosphère). . . —	10,536	10,667	11,247	11,303	12,090	12,125	»
— moyenne absolue dans le cylindre pendant l'admission. . . —	10,678	10,520	11,212	11,112	»	12,129	»
Rapport d'expansion corrigé	5,97	6,259	6,158	6,507	»	6,52	»
Nombre de révolutions par minute (moyenne pendant la durée de l'essai)	405,6	409,0	401,2	408,4	414,85	400,4	416,46
Chevaux indiqués	35,69	34,58	36,44	35,56	40,041	38,45	40,42
Eau consommée par cheval-heure indiqué. . . En kilogr.	8,935	8,785	8,676	8,712	8,490	8,376	8,362

TABLEAU III. — *Essais compound avec vitesse et pression constantes et détentes diverses.*

Lettre référence, pression moyenne d'admission absolue et rapport d'expansion	C $\frac{9^k140}{4}$	C $\frac{9^k140}{4,4}$	C $\frac{9^k140}{4,8}$	C $\frac{9^k140}{5,2}$	C $\frac{9^k140}{5,6}$	C $\frac{9^k140}{6}$	C $\frac{9^k140}{8}$
Date des essais	Oct. 21	Oct. 26	Oct. 27	Oct. 28	Nov. 2	Nov. 4	Nov. 28
Contrepression atmosphérique. . . En kilogr.	1,051	1,054	1,039	1,035	1,009	1,000	1,036
Pression dans la chaudière (au-dessus de l'atmosphère). . . —	9,475	9,490	9,510	9,395	9,490	9,490	9,525
— moyenne absolue dans le cylindre pendant l'admission. . . —	9,058	9,082	9,180	9,039	9,216	9,145	9,009
Rapport d'expansion corrigé	4,46	4,85	5,33	5,87	6,10	6,52	8,38
Nombre de révolutions par minute (moyenne pendant la durée de l'essai)	406,8	403,0	405,5	404,9	402,6	400,0	404,45
Chevaux indiqués	40,03	38	36,31	33,25	32,76	31,23	23,03
Eau consommée par cheval-heure indiqué. . . En kilogr.	9,420	9,298	9,238	9,198	9,080	9,225	10,465

TABLEAU IV. — *Essais compound avec vitesse et détente constantes et pressions diverses.*

Lettre référence, pression moyenne d'admission absolue et rapport d'expansion	C $\frac{4^k920}{4}$	C $\frac{5^k620}{4}$	C $\frac{6^k325}{4}$	C $\frac{7}{4}$	C $\frac{7^k730}{4}$	C $\frac{8^k430}{4}$	C $\frac{9^k140}{4}$
Date des essais	Déc. 29	Nov. 8	Déc. 30	Déc. 21	Oct. 20	Janv. 2	Oct. 21
Contrepression atmosphérique. . . En kilogr.	1,043	1,029	1,040	1,033	1,047	1,042	1,051
Pression dans la chaudière (au-dessus de l'atmosphère). . . —	5,272	5,785	6,749	7,353	8,000	9,042	9,476
— moyenne absolue dans le cylindre pendant l'admission . . . —	5,106	5,700	6,313	6,872	7,684	8,480	9,058
Rapport d'expansion corrigé	4,63	4,42	4,57	4,42	4,51	4,56	4,46
Nombre de révolutions par minute (moyenne pendant la durée de l'essai)	413,1	399,8	405,7	405,3	402,9	409,6	406,8
Chevaux indiqués	17,88	21,35	24,71	28,65	33	37,7	40,3
Eau consommée par cheval-heure indiqué. . . En kilogr.	12,957	11,432	11,177	10,356	9,702	9,779	9,420

F. DELANNOY,
Ingénieur civil.

CHEMINS DE FER

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS
ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(*Suite* [1].)

SECTION B. VOIE DE 1 MÈTRE. — § 1er **Système de la garantie d'intérêt.** — *N° 9. Département d'Indre-et-Loire* (a. *Ligne de Port-Boulet à Châteaurenault*). — Cette ligne, d'une longueur de 103kil 338 mètres, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 20 septembre 1882. Elle a été mise en exploitation les 10 mars et 1er juillet 1885.

D'après la loi et la convention annexée, on a suivi le système primitif de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 74 années par un concessionnaire avec garantie d'intérêts. Cependant, d'après l'article 3 de la convention, le département ne s'est engagé qu'à subvenir au paiement des $^9/_{10}$ seulement de l'insuffisance. Le capital de premier établissement a été fixé à forfait à 5 264 000 francs en totalité, soit à 50 940 fr. par kilomètre, et le maximum de la subvention annuelle de l'Etat a été fixé à 131 000 francs en totalité, soit à 1 268 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante.

$$F = 2\,000 + 0{,}3\ R.$$

Voyons maintenant les résultats :

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales	Kilométriques
1887 . . . . . Fr.	119.927	1.160
1888	130.789	1.265
1889	130.456	1.260
1890	136.268	1.310

L'insuffisance est donnée par la formule

$$I = 0{,}05\ A + F - R$$

ou avec les données indiquées précédemment

$$I = 4\,547 - 0{,}7\ R.$$

En ce qui concerne la subvention de l'Etat, son maximum sera toujours fixé par la formule

$$^1/_2\ I = 2\,273{,}5 - 0{,}35\ R$$

car les autres maximum indiqués par la loi et la circulaire du 26 septembre 1887 ne sont pas applicables à l'espèce. Or, pour toutes les recettes obtenues jusqu'à ce jour, ce maximum serait supérieur à celui qui a été fixé par la loi déclarative d'utilité publique (1 268 fr.) Il ne lui sera égal que lorsque la recette kilométrique atteindra 2872 francs, et par suite la subvention de l'Etat ne diminuera que lorsque ladite recette dépassera ce dernier nombre. Elle deviendra nulle quand les recettes atteindront 6 495 francs.

Dès lors, comme les recettes augmentent fort peu d'année en année, il est probable que l'Etat continuera à payer pendant longtemps encore sa subvention kilométrique de 1 268 fr., soit en totalité 131 000 fr. par an.

En ce qui concerne la subvention du département, elle s'obtient en prenant les $^9/_{10}$ de l'insuffisance et en retranchant la subvention de l'Etat.

On arrive aux résultats suivants :

	Subventions départementales	
	Totales	Kilométriques
1887	216.333	2.093
1888	209.490	2.008
1889	209.700	2.039
1890	206.039	1.994

Comme les recettes brutes kilométriques augmentent peu, il est probable que la subvention départementale kilométrique restera longtemps voisine de 2 000 fr. Elle ne cessera que lorsque l'insuffisance sera nulle pour une recette kilométrique de 6 495 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a peut-être réalisé un certain bénéfice sur les frais de premier établissement, et le département lui en sert les intérêts à 4 $^1/_2$ $^0/_0$ au lieu de 5, puisque le département ne lui garantit que les $^9/_{10}$ de l'insuffisance. Ses frais d'exploitation sont évalués par la formule $F = 2\,000 + 0{,}3\ R$, ce qui fait pour une recette de 1 300 francs en nombre rond

$$F = 2390 \text{ francs.}$$

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 15, p. 238; n° 16, p. 256.

Digitized by Google

On lui en garantit les $^9/_{10}$ et il est probable qu'il n'y perd pas grand'chose.

A-t-il au moins intérêt à développer le trafic? Supposons que la formule soit exacte, c'est-à-dire que les frais réels d'exploitation soient égaux à 2 390 francs, le coefficient d'exploitation est égal à

$$\frac{2\,390}{1\,300} = 1{,}83.$$

Admettons maintenant que les recettes doublent et passent de 1 300 francs à 2 600 francs.

L'insuffisance diminuera de $0{,}7 \times 1\,300 = 910$ francs, et le concessionnaire recevra en moins du département les $^9/_{10}$ de cette somme ou 819 francs.

Il ne conservera donc pour lui que

$$1\,300 - 819 = 481 \text{ francs.}$$

Par suite, pour qu'il n'y perde pas, il devra avoir un nouveau coefficient d'exploitation au plus égal à

$$\frac{2\,390 + 481}{2\,600} = \frac{2\,871}{2\,600} = 1{,}10.$$

Le coefficient réel d'exploitation peut-il baisser de 1,83 à 1,10 quand les recettes montent de 1 300 à 2 600 francs. C'est fort douteux. Nous croyons même que ce ne serait possible qu'à la condition que l'augmentation provînt uniquement des voyageurs.

D'un autre côté, il est clair que le concessionnaire contracte tous les ans des dettes considérables envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêt et ne seront remboursées que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, quand on aura

$$R = 0{,}06 \times 50\,940 + F = 0{,}06 \times 50\,940 + 2\,000 + 0{,}3\,R$$

d'où $$R = 7\,223 \text{ francs.}$$

Comme les recettes n'augmentent guère et qu'elles ne sont actuellement que de 1 310 francs, il est peu probable qu'elles atteignent 7 223 francs avant l'expiration de la concession.

Par suite, nous ne pensons pas que le concessionnaire ait aucun intérêt à développer le trafic.

En résumé, pour une recette de 1 310 francs en 1890		
l'Etat paiera par kilomètre.	Fr.	1.268
Et le département		1.994
TOTAL	Fr.	3.262

b. *Lignes de Ligueil à Montrésor et du Grand-Pressigny à Esvres.* — Ces lignes ont été déclarées d'utilité publique par la loi du 17 août 1885. La longueur de la première est de 40^{kil} 950 mètres, celle de la seconde de 52^{kil} 195 mètres, total 93^{kil} 145 mètres.

Elles ont été mises en exploitation le 8 mai 1889. D'après la loi et la convention annexée, l'on a suivi le système primitif de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 99 ans, par un concessionnaire, avec garantie d'intérêt. Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance, déduction faite de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement a été fixé pour la première ligne à 65 215 francs par kilomètre et pour la seconde à 59 300 francs, et le maximum de la subvention annuelle de l'Etat a été fixé à 163 000 francs en totalité ou à 1 750 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2\,000 + \frac{R}{3}.$$

Voyons les résultats :

Nous ne connaissons encore que ceux de 1890. Les recettes totales ont été de 121 104 francs; soit 1 300 francs par kilomètre.

L'insuffisance est donnée par la formule

$$I = 0{,}05\,A + F - R$$

ou avec les données indiquées précédemment par les formules

$$I = 5\,260{,}75 - \frac{2}{3}\,R \text{ pour la première ligne}$$

et $$I = 4\,965 - \frac{2}{3}\,R \text{ pour la seconde.}$$

En ce qui concerne la subvention de l'Etat, son maximum sera toujours fixé par les formules

$$^1/_2\,I = 2\,630{,}375 - \frac{R}{3} \text{ pour la première ligne}$$

et $$^1/_2\,I = 2\,482{,}50 - \frac{R}{3} \text{ pour la seconde}$$

car les autres maximum indiqués par la loi et la circulaire du 26 septembre 1887 ne sont pas applicables à l'espèce. Or, pour la recette de 1890, ce maximum est supérieur à celui qui a été fixé par la loi déclarative d'utilité publique (1 750 francs). Il ne lui sera égal que lorsque la recette atteindra 2 641 francs par kilomètre pour la première ligne et 2 197 fr. 50 pour la seconde; par suite la subvention de l'Etat ne diminuera que lorsque ladite recette dépassera ces deux derniers nombres.

Dès lors et à moins que les recettes n'augmentent rapidement, ce qui ne paraît pas probable, l'Etat continuera à payer pendant longtemps *encore sa subvention* kilométrique de 1 750 francs, soit en totalité *163 000 francs par an* pour les deux lignes.

En ce qui concerne la subvention du département, elle s'obtient en prenant les insuffisances totales I pour les deux lignes et en en retranchant la subvention de l'Etat.

Elle a été pour 1890 en totalité de 230 839 francs et par kilomètre, en moyenne de 2 478 francs.

En résumé, pour une recette kilométrique de 1 300		
francs, l'Etat paie par kilomètre exploité. . .	Fr.	1.750
Et le département		2.478
TOTAL	Fr.	4.228

Les subventions de l'Etat et du département ne deviendront nulles que lorsque les recettes atteindront 7 891 francs sur la première ligne et 7 447 francs sur la seconde.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a peut-être réalisé un certain bénéfice sur ses frais de premier établissement et il en reçoit l'intérêt à 5 %, ce qui est un bon placement. Ses frais d'exploitation lui sont garantis par la formule

$$F = 2\,000 + \frac{R}{3}$$

Soit en 1890, pour $R = 1\,300$

$$F = 2\,433$$

ce qui ne doit pas être loin de la vérité.

A-t-il intérêt à développer le trafic?

Si actuellement les frais réels d'exploitation sont égaux à 2 433 fr. le coefficient d'exploitation est égal à $\frac{2\,433}{1\,300} = 1{,}87$.

Si les recettes doublaient, c'est-à-dire augmentaient de 1 300 francs, le concessionnaire ne toucherait en plus que le tiers de l'augmentation

ou $$\frac{1\,300}{3} = 433{,}33.$$

Pour ne pas y perdre, son nouveau coefficient réel d'exploitation ne devrait pas être supérieur à

$$\frac{2\,433 + 433{,}33}{2\,600} = 1{,}10.$$

Il nous paraît difficile que le coefficient d'exploitation baisse de 1,87 à 1,10 lorsque les recettes montent de 1 300 à 2 600, à moins qu'il ne s'agisse que de voyageurs.

Par suite le concessionnaire n'a pas d'intérêt immédiat à développer le trafic. Il est vrai qu'il contracte chaque année des dettes importantes envers le département et l'Etat, mais comme il ne commencera à les rembourser que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire lorsque les recettes kilométriques atteindront 8 869 francs pour la première ligne et 8 337 francs pour la seconde, il est à craindre que ce résultat n'arrive pas avant la fin de la concession.

N° 10. Département de l'Allier. — Le réseau de l'Allier a été déclaré d'utilité publique par la loi du 20 août 1883, et il a été complété par la loi du 6 juillet 1889. La longueur prévue par la première loi était de 173 kilomètres; elle a été portée à 182 par la seconde.

D'après ces lois et les conventions, on a adopté le système de la garantie. La construction et l'exploitation pour une durée de quatre-vingt-dix-neuf ans ont été confiées à un concessionnaire, et le département s'est engagé à couvrir l'insuffisance, tant à l'aide de ses propres ressources qu'à l'aide de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement, déterminé pour chaque section, a été fixé à forfait à 69 713 fr. en moyenne lorsque le réseau sera entièrement terminé. Ce capital pourra être augmenté cependant de 4 000 fr. par kilomètre en vertu de l'article 4 de la convention.

Le maximum de la subvention de l'Etat, fixé primitivement à 190 000 fr., a été porté à 207 325 fr. par la deuxième loi du 6 juillet 1889, soit à 1 139 fr. par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 1\,800 + \frac{R}{4},$$

avec minimum de 3 700 fr., d'où il résulte que la formule ne sera applicable que lorsque les recettes kilométriques dépasseront 7 600 fr.

Les sections ont été successivement mises en exploitation depuis 1886, et à la fin de 1890 les longueurs exploitées depuis un an étaient les suivantes :

Ligne de Moulins à Cosne.	56^{kil} 625
Ligne de Varennes à Bezénet	65 170
TOTAL.	121^{kil} 795

Voyons les résultats.

Les recettes kilométriques ont été les suivantes :

Pour la ligne de Moulins à Cosne	1888.	Fr.	2.796 40
	1889.		3.328 50
	1890.		4.054 70
Pour la ligne de Varennes à Bezénet	1890.		2.795 30

En ce qui concerne l'Etat, ses subventions ne sont pas encore définitivement fixées, mais les provisions accordées par le décret du 18 juillet 1891, sont :

Pour 1889, de.	Fr.	170.000
1890, de.		190.000

Digitized by Google

Comme on le voit, le réseau était loin d'être terminé en 1890, puisqu'il n'y avait que 122 kilom. en exploitation, et cependant la subvention de l'Etat atteindra presque son maximum, parce que ce maximum a été fixé pour l'ensemble et non par kilomètre. Il serait sans intérêt de donner les détails des calculs; contentons-nous de supposer le réseau terminé en admettant que la longueur d'exécution ne soit pas supérieure à celle qui a été prévue et reste fixée à 182 kilomètres. Nous avons vu que le maximum de la subvention kilométrique de l'Etat était de 1 139 fr. Or, en faisant le graphique prévu par la circulaire de 1887, on constate qu'il faudrait appliquer le deuxième maximum

$$500 + \frac{m - R}{4}$$

jusqu'à une recette de 4 371 fr. et ensuite le premier maximum $^1/_2$ I.
Or on a :

$$I = 0{,}05 \times 69\,713 \text{ fr.} + F - R$$

d'où, puisque F est fixe et égal à 3 700

$$I = 7\,185\ 65 - R$$

$$\text{et } {}^1/_2\, I = 3\,592{,}825 - \frac{R}{2}.$$

C'est ce maximum que la subvention de l'Etat rencontrera le premier quand on aura

$$1\,139 \text{ fr.} = 3592{,}825 - \frac{R}{2},$$

$$\text{ou } R = 4\,907 \text{ fr. } 65.$$

La subvention de l'Etat ne diminuera donc que lorsque les recettes moyennes kilométriques atteindront 4 907 fr. 65; elle deviendra nulle quand les recettes atteindront 7 185 fr. 65.

En ce qui concerne le département, ses charges s'obtiendront en prenant l'insuffisance I = 7 185 fr. 65 — R et en en retranchant la subvention de l'Etat.

Pour 1889, elles se sont élevées à 270 000 fr., et pour 1890 à 310 000 fr.

Soit approximativement, et pour 1890, à 2 541 fr. par kilomètre.

Ces charges diminueront avec l'augmentation des recettes, mais il y a lieu de remarquer que le maximum de la subvention de l'Etat a été presque atteint en 1890, bien que le réseau fût loin d'être terminé, et que par suite les charges kilométriques du département pourraient bien augmenter encore lorsque le réseau sera terminé, puisqu'il prend à sa charge la totalité de l'insuffisance.

Pour le moment, et en raison de ce que les lignes ont été mises en exploitation les unes après les autres, nous ne pouvons que calculer ce qu'auraient été les charges kilométriques du département en 1890 si le réseau avait été terminé et si l'Etat avait donné sa subvention kilométrique de 1 139 fr., ce qui n'est pas exact, puisque cette subvention a dû être plus forte. Notre calcul ne sera donc qu'approximatif.

$$I = 7\,185{,}65 - R.$$

Pour la première ligne R = ...	Fr.	4.054	70
d'où I = ...		3.130	95
Le département reçoit de l'Etat		1.139	»
Sa charge kilométrique est donc de	Fr.	1.991	95
Pour la deuxième ligne : R = ...	Fr.	2.795	30
d'où I = ...		4.390	35
Le département reçoit de l'Etat		1.139	»
Sa charge kilométrique est donc de	Fr.	3.251	35

en 1890,

Ces subventions diminueront, nous le répétons, avec l'augmentation des recettes. Elles deviendront égales à celles de l'Etat lorsque les recettes atteindront 4 907 fr. 65 sur l'ensemble du réseau et elles ne seront nulles que lorsque les mêmes recettes atteindront 7 185 fr. 65.

Enfin, il est bon de remarquer que la formule $F = 1\,800 + \frac{R}{4}$ ne sera employée que lorsque les recettes dépasseront 7 600 fr. et que, par suite, elle ne servira que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, à partir du moment où on aura

$$0{,}06 \times 69\,713 + F - R = 0$$

$$\text{ou } 4\,182 \text{ fr. } 78 + 1\,800 - \frac{3}{4}R = 0,$$

$$\text{d'où } R = 7\,977.$$

Donc, il faudra que les recettes kilométriques atteignent près de 8 000 fr. pour que le département et l'Etat commencent à rentrer dans une partie de leurs avances.

En ce qui concerne le concessionnaire, il reçoit toujours l'intérêt à 5 % du capital qu'il a engagé, et ses frais d'exploitation lui sont remboursés à raison de 3 700 fr. le kilomètre, quel que soit le trafic, tant que la recette ne dépassera pas 7 600 fr.; actuellement, pour des recettes de 2 800 et même de 4 000 fr. il doit y gagner, mais lorsque les recettes augmentent d'une somme quelconque, le concessionnaire reçoit en moins juste la même somme du département et de l'Etat, et comme ses frais d'exploitation doivent augmenter, il y perd certainement; s'il ne faisait pas son devoir, il aurait intérêt à ne rien transporter du tout, afin de diminuer le plus possible ses frais réels d'exploitation.

Il est possible que la Compagnie concessionnaire actuelle, qui est une Compagnie sérieuse, remplisse tous ses engagements; elle doit se préoccuper sans cesse des dettes qu'elle contracte tous les ans envers l'Etat et le département, et elle peut espérer se libérer dans l'avenir, puisque sa concession est de longue durée (quatre-vingt-dix-neuf ans); par suite, elle fait sans doute tous ses efforts pour développer le trafic. L'expérience semble le démontrer, puisque sur la première ligne les recettes ont augmenté d'une manière très sensible.

Quoi qu'il en soit, nous avons voulu montrer encore sur cet exemple que le système qui consiste à évaluer les frais d'exploitation à une somme fixe était fort mauvais, puisqu'il a pour résultat de diminuer les avantages immédiats du concessionnaire au fur et à mesure de l'augmentation des recettes.

En résumé, l'Etat aurait payé en 1890 une subvention de 1 139 fr. par kilomètre si le réseau avait été terminé. Comme il ne l'était pas, sa subvention kilométrique a été plus forte.

Quant au département, les calculs que nous avons faits ne tiennent pas compte de la garantie supplémentaire résultant de l'augmentation de 4 000 fr. par kilomètre prévue par l'article 4 de la convention; soit, à raison de 5 %, 200 fr. par kilomètre.

Par suite, sur la ligne de Moulins à Cosne, pour une recette kilométrique de 4 055 fr.,

l'Etat aurait payé, si le réseau avait été terminé.	Fr.	1.139
et le département a payé 1 992 + 200 = ...		2.192
TOTAL.	Fr.	3.331
Sur la ligne de Varennes à Bézenet, l'Etat aurait payé de même	Fr.	1.139
et le département a payé 3 251 + 200 = ...		3.451
TOTAL.	Fr.	4.590

L'Etat et le département ont grand intérêt à ce que les recettes augmentent. Quant au concessionnaire, son unique intérêt consiste à ne pas augmenter sa dette, mais il n'a pas d'avantage immédiat à l'accroissement des recettes; au contraire. Il réalise d'autant moins de bénéfices immédiats, que les recettes sont plus fortes.

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées

(A suivre.)

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

ÉCOLE DES SCIENCES POLITIQUES

Conférences sur les questions ouvrières.

(Suite et fin[1].)

III. — Nous avons indiqué les principales écoles en présence. Le moment n'est pas venu de prendre parti entre elles. Nous verrons plus tard, si quelques conclusions se dégagent de notre étude, mais elles seraient prématurées aujourd'hui et auraient un caractère de partialité et de système préconçu qui leur retirerait toute valeur.

Etudions d'abord; nous verrons ensuite si nous pouvons conclure et comment.

Dans ce genre d'études très neuves et très délicates, il faut une méthode sûre; dans ce labyrinthe, il faut un fil conducteur. Quel sera le nôtre?

Notre méthode sera celle qui a renouvelé toutes les autres sciences et qui s'applique avec non moins de fécondité aux questions économiques et sociales : celle de l'observation.

Des économistes, les anciens surtout, considéraient l'économie politique comme une science de déduction, qu'un penseur doué d'une tête solide, pourrait construire à lui tout seul dans son cabinet. Ils partaient de vues générales et métaphysiques sur « l'homme en soi », dépouillé de ce qui constitue une personnalité, ni français, ni turc, ni chinois, ni américain, entité imaginaire, pour laquelle on s'efforçait de trouver des lois idéales, s'appliquant à tout le monde, c'est-à-dire à personne. « Il ne s'agit pas, disait fièrement Turgot, de savoir ce qui est, mais ce qui doit être. Ce n'est pas à la science à décider, mais à la conscience. »

Nous sommes aujourd'hui moins ambitieux et plus pratiques. Nous tenons beaucoup, n'en déplaise à Turgot, à savoir ce qui est, parce que cette connaissance peut servir à savoir ce qui doit être. La science nous semble utile pour éclairer la conscience. Le mot est du père Gratry « La science, c'est la conscience éclairée », et il était bon juge.

Aujourd'hui l'esprit public, formé par une excellente discipline et et familiarisé pour toutes les sciences avec les procédés de la critique expérimentale, est devenu plus rigoureux aussi pour les économistes. Il leur enjoint de chausser ostensiblement ces « brodequins de plomb », l'observation et l'expérience, sans lesquels, d'après Bacon, l'on risque de s'égarer dans les nues; elle veut voir les faits qui servent de support au raisonnement. Comme le dit un maître [2] qui a joint l'exemple au précepte, « on demande à l'économie politique, on lui fait sommation d'être une science expérimentale, de donner la démonstration de ses théorèmes, non seulement par leur exactitude logique, mais encore par l'accumulation des faits ».

L'économie politique a tout profit à obéir à cette sommation : comme Antée, elle perd ses forces en quittant le sol, et devient invincible en s'y appuyant.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 16, p. 260.
(2) M. Paul LEROY-BEAULIEU. *La Repartition des richesses*, p. 5.

Digitized by Google

Pour se mettre en contact avec les faits, elle ne peut guère recourir aux procédés de l'expérimentation proprement dite, qui est si féconde dans les autres sciences naturelles, et surtout dans la physiologie. Sauf dans des cas rares, on n'est pas admis à faire d'expériences sur un peuple, comme celles que comportent le laboratoire ou l'amphithéâtre. L'économiste ne dispose pas des faits et ne les produit pas à son gré; il n'a d'autres ressources que de les constater, soit par l'observation directe, s'ils appartiennent au présent, soit par l'histoire, si leur domaine est le passé.

Les questions auxquelles nous avons affaire étant presque toutes récentes sous leur forme actuelle, c'est surtout à l'observation directe que nous devrons avoir recours, en la faisant porter sur les faits contemporains.

On aurait tort d'ailleurs de s'imaginer que, parce qu'il porte sur des faits courants, usuels, que l'on a sous la main et que chacun se figure connaître, ce procédé soit d'une application banale et pour ainsi dire instinctive. Il demande, au contraire, une préparation spéciale, une attention vigoureuse et beaucoup de précautions. Suivant le mot très juste de Rousseau, « il faut beaucoup de philosophie pour observer ce qu'on voit tous les jours ».

L'observation directe sera donc notre levier, soit qu'elle procède par ces vastes enquêtes officielles, qui fournissent la matière de nos statistiques administratives et démographiques, soit qu'elle mette en jeu l'action personnelle de l'observateur et se traduise dans des études détaillées ou « monographies » de certains types d'individus, de famille ou d'organisation sociale.

Je ne fais que glisser aujourd'hui sur ce sujet, me promettant d'y revenir la prochaine fois en détail.

Nous aurons aussi à tirer parti de la législation comparée, qui rendra à nos investigations de signalés services.

Un éminent économiste, qui vient de mourir il y a quelques jours à peine, et avec lequel j'avais longuement causé très peu de temps avant sa mort, M. Émile de Laveleye, a écrit en tête de ses *Éléments d'Economie politique* (1) que « l'économie politique est affaire de législation; que toutes les questions économiques que l'on discute sont des questions de législation, et qu'on les résout par l'étude du droit sous le rapport du juste ».

Cette définition de M. de Laveleye ne saurait être admise sans réserve. Tout ne tient pas en effet dans les codes. La meilleure partie de la constitution économique d'un peuple n'est pas codifiée et réside dans ses mœurs, dans ses coutumes, dans ses traditions, dans ses libres initiatives, dans ses groupements concentriques en associations plus ou moins étendues. Ce serait donc se faire une idée très incomplète de la physionomie d'un pays et de son état social, que d'étudier seulement ses lois. On s'exposerait ainsi à négliger la meilleure part de lui-même.

Ces réserves faites, et elles devaient l'être, il faut cependant reconnaître que, pour les matières qui nous occupent, l'étude de la législation s'impose. Par suite des dispositions que nous avons analysées, ces questions tendent de plus en plus à sortir du domaine de l'action individuelle pour tomber sous le coup de la loi, de sorte que la législation est pleine d'enseignements sur l'état des esprits et sur la position même des problèmes qu'elle s'efforce de résoudre.

Pour la France, M. Georges Paulet a bien voulu, avec sa parole fine et élégante, et avec sa haute compétence juridique, vous exposer l'état exact de notre législation ouvrière. Vous ne pouviez pas avoir un meilleur guide et je le remercie de vous avoir initiés à ces connaissances précises, sur lesquelles j'aurai à m'appuyer pour la suite de ces conférences.

Mais, en matière de législation, comme pour le reste, nous devrons enjamber nos frontières et faire ensemble de fréquentes incursions à l'étranger. En effet, tous les parlements à l'envi étendent à l'heure actuelle leur législation sociale qui remplit des codes nationaux de plus en plus touffus, mais qui, pour tous les pays, affecte des airs étroits de parenté.

Rien d'instructif à cet effet, comme la table des matières d'un code de législation comparée. On ne peut s'empêcher d'être frappé de la date relativement récente des lois qu'il comprend et de la similitude de leur objet. Evidemment, les mêmes problèmes agitent tous les peuples et sous l'impulsion des mêmes conditions économiques, des mêmes nécessités et des mêmes aspirations, ils reçoivent partout des solutions voisines. Ce mouvement entraîne l'opinion publique avec une telle violence que les pays en retard sont obligés de se mettre au niveau de ceux qui les ont devancés. L'idée circule dans le monde et la loi lui obéit.

IV. — Nous aurons donc, pour guider nos recherches, la méthode d'observation et la législation comparée. A quelles questions précises appliquerons-nous ces instruments de travail?

Nous prendrons d'abord l'ouvrier dans l'atelier et nous y rencontrerons les questions de salaires, de grèves, de syndicats, d'arbitrage, de durée de travail.

Le suivant ensuite hors de l'atelier, nous aurons à examiner les mesures qui peuvent venir en aide à sa famille, d'abord dans son état normal de santé et de travail, puis au moment de ses crises.

La famille, que nous prendrons comme type et que nous étudierons en premier lieu dans la période où son chef travaille et se porte bien, doit pourvoir aux grands besoins de la nature humaine, tels que le logement, la nourriture, le vêtement, le chauffage. Nous verrons quels moyens on a imaginés pour satisfaire à ces divers besoins par les sociétés d'habitations ouvrières, par les économats, par les sociétés coopératives de consommation, en distinguant très soigneusement la part d'initiative qui revient dans ces organisations au patron et à l'ouvrier lui-même.

Au cours de cette période, la famille doit faire des épargnes pour les mauvais jours. Nous rechercherons les facilités et les sécurités données à cette épargne pour la provoquer d'abord, puis pour la recueillir et la faire fructifier.

Mais la famille ouvrière n'est pas toujours dans cette accalmie et cet équilibre; elle subit des crises, la maladie, l'accident, la vieillesse, l'infirmité, le décès. Chacune de ces crises pourrait la briser, si des institutions spéciales n'étaient pas disposées pour en amortir le choc.

Ces institutions, — caisses de secours, d'accidents, de retraites, — reposent à la fois sur l'association et sur l'assurance; elles mettent en commun les sacrifices et les sollicitudes du patron et de l'ouvrier et rapprochent les classes en présence dans l'atelier. L'arsenal est complet et s'enrichit chaque jour, de manière à fournir des armes contre toutes les crises, dans tous les milieux et dans tous les cadres.

En contemplant cette admirable collection, qui fait l'honneur de notre époque et en particulier de notre pays, on doit rendre cet hommage à l'industrie que, comme la lance d'Achille, elle guérit les blessures qu'elle a faites. Si elle a déchaîné par les agglomérations ouvrières des influences et des maux qu'ignorait jadis la dissémination de la petite industrie et de la vie rurale, elle a du moins mis tout en œuvre pour rendre par ailleurs à la vie des ouvriers et de leur famille cette sécurité et ces garanties qu'elle trouvait spontanément et sans aucuns mécanismes dans l'antique organisation du travail.

V. — Telles sont les questions que nous rencontrerons ensemble dans ces conférences si vous me faites l'honneur de les suivre. Mais de quel intérêt peuvent-elles être pour vous? C'est ce dernier point qu'il me reste à examiner, avant d'en finir avec ces généralités.

Ces connaissances peuvent d'abord donner un supplément de valeur professionnelle à ceux d'entre vous qui auront à entrer dans la grande industrie et seront aux prises avec les problèmes sociaux qu'elle entraîne. Il leur importera beaucoup de connaître l'art de manier leurs ouvriers et de satisfaire leurs besoins pour obtenir un concours joyeux et dévoué, au lieu d'avoir des collaborateurs mécontents et aigris, toujour prêts à jouer un mauvais tour au patron.

C'est surtout pour l'agencement des institutions sociales de l'usine qu'il vous sera nécessaire d'être bien au courant de leurs conditions de succès. Elles ne peuvent en effet réaliser leurs bienfaits qu'à la condition d'être correctement organisées. Ce serait une erreur de croire que le sentiment y suffit. Si le sentiment, d'accord avec l'intérêt bien entendu, peut en être le moteur, il ne saurait en être le gouvernail. Elles constituent à la fois une science et un art; une science, pour l'agencement technique de ces mécanismes délicats et compliqués; un art, pour leur adaptation à chaque cas particulier et pour leur mise en service. On est, je l'ai dit, en face d'un véritable arsenal dans lequel il faut choisir la solution la plus appropriée aux circonstances du milieu; mais cette solution elle-même doit être d'une solidité éprouvée et s'installer dans des conditions qui ne laissent place à aucune menace pour l'avenir.

Ce n'est pas malheureusement ainsi qu'on procède en général. Sous l'impulsion d'un bon mouvement, ou sous la contrainte d'une nécessité démontrée, on improvise une organisation, sans savoir si elle n'a pas été tentée ailleurs et avec quel succès, et sans calculer d'avance toutes ses conséquences plus ou moins lointaines. Il s'est fait ainsi çà et là d'heureuses applications, dont la science sociale s'est enrichie; mais, à côté de ces trouvailles, que d'improvisations malvenues, que d'organisations peu viables, que d'espérances aboutissant à de douloureux ou à d'irritants mécomptes, que de grèves ainsi engendrées, à la place de la paix qu'on s'était promise!

C'est surtout pour les engagements à long terme, pour les pensions viagères, pour les retraites, que l'on a commis les plus fréquentes et les plus grosses erreurs. Le moment est venu de s'arrêter dans cette voie qui conduit aux abîmes, et de se laisser désormais guider par la science, qui doit avoir sa place marquée pour l'outillage social, comme elle l'est pour l'outillage industriel.

On ne confierait pas, dans une usine, la direction d'un service technique à un chef animé seulement de bonnes intentions, mais dépourvu des connaissances professionnelles. Ne commet-on pas une faute analogue, lorsqu'on abandonne à l'inspiration parfois indiscrète et confuse, presque toujours incompétente et mal informée, d'un chef absorbé par les préoccupations industrielles et commerciales, l'organisation et le maniement de ces mécanismes sociaux qui veulent tant de prudence, de calculs et d'expérience, sous peine de recéler de graves dangers et de troubler la paix dans l'atelier au lieu de la raffermir?

De là, l'indispensable nécessité pour l'industrie de posséder, à côté des Ingénieurs techniques présidant aux installations mécaniques de l'usine, des *Ingénieurs sociaux*, chargés d'installer et de surveiller les institutions qui doivent amener le bien-être matériel, intellectuel et moral des ouvriers, et par là même établir l'harmonie entre eux et leur patron.

Ce n'est pas seulement à ces futurs ingénieurs sociaux et aux chefs d'industrie ou d'administration que sont nécessaires des notions exactes sur les questions ouvrières. Elles le sont à tout le monde, à vous surtout, Messieurs, que la vie n'a pas encore atteints de ses sophismes et de ses calculs égoïstes. Vous êtes jeunes, privilège inappréciable dont on sent mieux le prix chaque jour, à mesure qu'il nous fuit, et que Bastiat célébrait magnifiquement dans la fameuse introduction de ses *Harmonies économiques*, dédiées à la « Jeunesse française ».

« Quand on vit sous des institutions démocratiques, il faut, disait M. Emile de Laveleye, un enseignement viril. De bonne heure, la chose publique commande notre attention ». Les problèmes sociaux

(1) Emile de Laveleye. *Éléments d'Économie politique*, p. 2.

Digitized by Google

vont vous assaillir dès votre entrée dans le monde, si ce n'est déjà fait, et vous ne pourrez pas vous dérober à leur sommation. Vous serez forcés de prendre parti dans un sens ou dans l'autre ; vous n'aurez pas le droit de rester neutres, et, comme vous êtes appelés à exercer une action effective par la parole, la situation, l'ascendant personnel, il importe que cette action soit éclairée, consciente, au lieu d'être instinctive et à la merci des mille impressions incohérentes et confuses du milieu.

Même, comme jeunes gens, comme étudiants, et avant d'avoir quitté l'Université et endossé les lourdes responsabilités de la vie, vous pouvez déjà beaucoup pour la paix sociale. Il y a quelques jours à peine, dans votre assemblée des anciens élèves de cette maison, un de vos jeunes aînés, M. Max Leclerc, vous faisait connaître le beau mouvement connu en Angleterre sous le nom d'*University expansion* : il vous montrait les étudiants de Londres ayant fondé en plein quartier de la misère, Whitechapel, une maison de contact avec le peuple, Toynbee Hall (1), allant vivre au milieu des ouvriers pour leur prouver leur confraternité, et leur prêcher, par l'exemple, « l'évangile social », se dévouant à les distraire, à les instruire, à les élever ou à les relever, remplissant en un mot les devoirs du patronage qui incombent à une classe véritablement dirigeante. M. Max Leclerc terminait son exposé par un éloquent et généreux appel à ses auditeurs, en leur proposant comme modèle cette initiative de leurs camarades anglais. Ce qu'ils ont su faire, pourquoi ne sauriez-vous pas le faire comme eux ? Vos applaudissements unanimes répondaient à ses adjurations pressantes et prouvaient que vous aviez, vous aussi, à cœur de payer votre dette aux grands devoirs qui vous réclament.

C'est là un sentiment qui vous honore et dont je vous félicite. Mais, pour le rendre fécond, il faut l'armer de science ; il faut le munir de connaissances pratiques qui vous frayeront la voie, vous empêcheront de vous égarer, de retomber dans les fautes des autres, de recommencer leurs tâtonnements, et vous feront profiter de leur expérience, sans l'acheter, comme eux, par des erreurs.

E. CHEYSSON,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

INFORMATIONS

Frein à billes pour ascenseurs.

Lorsque deux corps de masse différente sont abandonnés à l'action de la gravité et obligés de parcourir des trajectoires distinctes, ils acquièrent des vitesses différentes. C'est sur ce principe élémentaire qu'un Ingénieur espagnol, M. Ramoneda, s'est appuyé pour imaginer et construire un frein extrêmement simple et très efficace, applicable aux cages d'ascenseurs. Nous en empruntons la description au *Boletin de la Asociacion nacional de Ingenieros industriales*.

La cage porte (fig. 1) une sorte de glissière dans laquelle est pratiqué un trou de forme particulière, et qui se déplace tout le long d'une crémaillère fixe, à denture spéciale, attachée aux parois du bâtiment ou du puits de mine. Dans le déplacement relatif de ces deux pièces, le creux de la glissière se trouve faire face alternativement à un vide et à un plein de la crémaillère : si donc on vient à loger librement une petite sphère dans ce creux, la cage prenant un mouvement d'ascension ou de descente, la bille se trouvera obligée à parcourir une trajectoire brisée, tracée partie dans la pièce mobile, partie dans la crémaillère fixe qui lui fait face. Pour que l'ascenseur puisse descendre, il faut nécessairement que la vitesse de la cage

FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3.

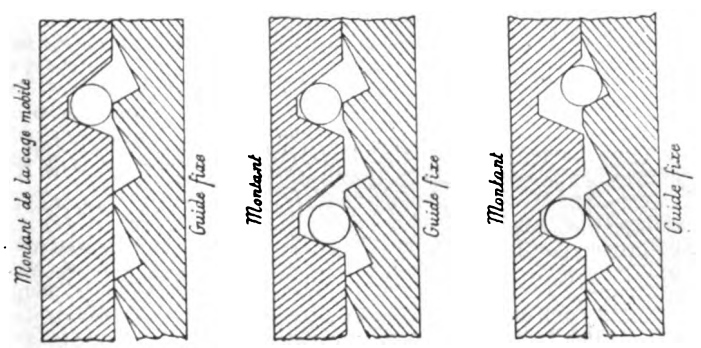


FIG. 1 à 3. — Frein à billes pour ascenseurs.

soit réglée de façon que la bille puisse parcourir sa trajectoire. Mais si la vitesse de descente augmente, la bille n'a pas le temps de suivre son chemin ; elle est contrariée dans son mouvement, se trouve coincée entre le guide et la glissière, et la cage s'arrête presque instantanément. C'est cette position que montre la figure 3 ; la figure 2 montre les positions diverses de la bille.

En cas de rupture du câble, le choc de la cage pourrait être rude : on le rend presque insensible en augmentant le nombre des trous pratiqués dans la glissière mobile, et en y logeant deux ou trois billes au lieu d'une ; si on a soin de les disposer de manière que leurs situations par rapport aux creux ne soient jamais les mêmes à un instant donné, il y en aura toujours une prête à coincer, et l'arrêt sera très doux.

Quant au mouvement d'ascension, il ne saurait jamais être gêné par les billes, car les creux de la glissière sont suffisants pour les loger entièrement, tandis qu'elles ne peuvent pénétrer qu'à moitié dans ceux du guide.

Ce frein a reçu déjà quelques applications dans des manufactures de Catalogne (tissage de M. Pablo Sado, à Esparraguera) et a donné de bons résultats.

W. S.

(1) Voir *Réforme sociale*, communication de M. Sedley Taylor, tome X, p. 220, et de M. de Coubertin, tome IV, 1887, p. 227.

Arrivages comparés du port d'Anvers en 1889, 1890 et 1891.

Nous donnons ci-après les relevés officiels du port d'Anvers, concernant l'état comparatif, par nationalités, des arrivages en vapeurs et voiliers, et de leur tonnage, pendant les années 1889, 1890 et 1891, ainsi qu'une classification des arrivages par tonnage depuis 1887. On y constate malheureusement la diminution de l'importance des arrivages sous pavillon français, et, au contraire, l'augmentation des arrivages sous pavillon allemand, dont la marine s'accroît considérablement, surtout en vapeurs de première classe.

État comparatif des arrivages et de leur tonnage pendant les années 1889, 1890 et 1891.

Pavillons	1889 Nav.	1889 Tonn.	1890 Nav.	1890 Tonn.	1891 Nav.	1891 Tonn.
Allemands	594	612.990	684	777.606	717	883.258
Américains	17	36.615	9	17.327	17	30.843
Anglais	2.576	2.354.680	2.624	2.565.755	2.491	2.626.099
Argentin	1	656	1	292	»	»
Autrichiens	5	3.325	4	3.596	10	10.492
Belges	291	446.441	298	483.689	289	450.160
Brésilien	»	»	»	»	2	1.057
Costa-Ricain	»	»	»	»	»	»
Danois	161	123.231	163	142.735	153	122.867
Espagnols	60	63.002	54	50.074	47	40.581
Français	*153*	*137.949*	*159*	*137.874*	*138*	*124.523*
Grecs	20	27.787	27	41.359	39	65.324
Haïtien	»	»	»	»	1	219
Hollandais	38	20.831	49	30.766	74	67.350
Italiens	16	9.669	25	26.273	38	37.876
Mexicain	»	»	»	»	1	251
Norvégiens	278	131.917	256	111.600	271	128.271
Portugais	10	4.868	11	5.181	8	3.768
Russes	28	11.113	33	18.927	30	19.432
Suédois	131	65.662	152	79.809	142	72.451
Venézuelien	»	»	1	183	»	»
TOTAUX	4.379	4.050.706	4.550	4.493.043	4.468	4.684.822

Classification des navires arrivés depuis 1887.

Tonnage	1887	1888	1889	1890	1891
De 250 tonneaux et au-dessous	»	949	465	410	405
— 251 à 500 tonneaux	»	784	794	719	762
— 501 à 1.000 —	»	1.648	1.563	1.725	1.503
— 1.001 à 1.500 —	»	749	731	695	683
— 1.501 à 2.000 —	»	420	470	552	587
— 2.001 tonneaux et au-dessus	»	273	333	431	520
TOTAUX	»	4.823	4.356	4.532	4.460

Les grands hivers.

D'après des observations faites depuis soixante-dix-neuf ans à Greenwich, il résulterait que la rigueur des grands hivers a été en diminuant de 1813 à 1859 et en augmentant jusqu'en ces derniers temps.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes des températures relevées pendant les mois de décembre, janvier et février des années les plus rudes :

1813	— 0,5	1859	+ 3,00
1829	+ 0,67	1860	+ 3,00
1840	+ 1,05	1864	+ 2,84
1844	+ 1,67	1870	+ 2,44
1846	+ 1,67	1878	+ 1,44
1854	+ 2,00	1890	+ 1,16

Il ne faudrait pas conclure cependant que ces moyennes, relevées à Greenwich, s'appliquent également à notre pays. Les courbes des hivers rigoureux, établies dans différents pays même voisins, sont loin d'être parallèles.

L'ozonine.

Un nouveau produit, appelé ozonine, paraît destiné à rendre des services dans les industries de blanchiment.

Dans la proportion d'un gramme pour un litre d'eau, l'ozonine agit énergiquement sur les fibres, le bois, la paille, le liège, le papier, ainsi que sur les solutions de gomme et les savons ; et l'effet de blanchiment est identique dans les solutions acides et dans les solutions alcalines.

On obtient ce produit de la façon suivante : On dissout 125 parties de résine dans 200 parties d'huile de térébenthine, puis on ajoute une solution de 22 à 25 parties d'hydrate de potassium dans 40 parties d'eau, et 90 parties de peroxyde d'hydrogène. La gelée obtenue, exposée à la lumière, se change en deux ou trois jours en un fluide clair auquel on a donné le nom d'ozonine. Cette transformation peut aussi s'obtenir dans l'obscurité, mais elle demande alors plusieurs semaines pour être complètement terminée.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 5 février 1892.

Présidence de M. P. JOUSSELIN.

Les locomotives à l'Exposition universelle de 1889. — M. POLONCEAU, président de la commission chargée d'étudier les locomotives à l'Exposition universelle de 1889, dépose sur le bureau de la Société les rapports dus à différents membres de cette commission; ils constituent une source de documents utiles à consulter pour tous ceux qui s'occupent des problèmes relatifs aux locomotives. M. Polonceau indique rapidement les faits principaux que mettent en lumière ces rapports: accroissement de puissance des locomotives; variété de types pour les voies étroites, dont l'importance va sans cesse en croissant; développement des procédés très divers permettant d'obtenir une économie de combustible; amélioration des modes de graissage; augmentation de la capacité des tenders.

Le matériel agricole employé pour la culture des céréales. — M. DE SALIS insiste d'abord sur l'importance de la culture des céréales en France, tant au point de vue de la mise en valeur de notre sol qui, en bien des régions, ne peut convenir à d'autres cultures, qu'au point de vue de l'alimentation naturelle qui doit pouvoir se faire sans recourir à l'étranger. Il examine ensuite, dans leurs détails, les différents procédés et appareils permettant de réaliser avantageusement cette culture: labours et charrues, ensemencements et semoirs, sarclage et houes.

Ces deux dernières opérations principalement ont reçu en Angleterre de grands perfectionnements que l'Allemagne a de suite adoptés; les agriculteurs français doivent également y donner tous leurs soins.

Compte rendu technique de l'excursion faite par les membres de la Société en Hollande. — M. LIPPMANN, continuant la communication commencée dans la séance précédente, présente une étude technique des plus intéressantes sur les nombreux travaux que l'art de l'Ingénieur a réalisés dans la ville et le port de Rotterdam.

P. JANNETTAZ,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 11 janvier 1892.

Physique. — 1° *Sur l'emploi des plaques orthochromatiques en photographie astronomique.* Note de MM. C. FABRE et ANDOYER.

MM. Fabre et Andoyer présentent à l'Académie les résultats qu'ils ont obtenus pour la photographie de la lune pendant l'éclipse du 15 novembre dernier, résultats comparés relativement aux plaques employées.

Les plaques au gélatino-bromure ont montré une insensibilité à peu près complète pour les portions du disque lunaire plongées dans l'ombre, alors que les parties éclairées montraient une surexposition manifeste; il en a été de même du collodiobromure ordinaire. Les plaques à l'éosine (formule de Vogel) et celles à la cyanine (formule Eder) ont donné de meilleurs résultats; les portions dans la pénombre et dans l'ombre ont pu être en partie obtenues. Les auteurs admettent donc, comme conclusion provisoire, que les plaques au collodiobromure d'argent rendues orthochromatiques sont relativement plus sensibles aux radiations rouges et jaunes que les plaques au gélatino-bromure préparées dans le même but.

2° *Sur la théorie du regel.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

3° *Sur un nouveau thermomètre à renversement pour mesurer les températures de la mer à diverses profondeurs.* Note de M. V. CHARAUD, présentée par le prince de Monaco.

Ce nouveau thermomètre présente les dispositions suivantes: le réservoir thermométrique, au lieu d'être dans le prolongement même de la tige, se recourbe de façon à former avec elle un U à branches presque accolées. La tige est faite de deux parties soudées l'une à l'autre: la partie supérieure porte les degrés; la partie inférieure, beaucoup plus capillaire, vient se souder au réservoir. Entre ces deux tiges se trouve une petite chambre de forme particulière, dilatée dans l'épaisseur du verre et dont le rôle est de retenir les fragments du mercure du réservoir traversant des couches d'eau à température plus élevée que celle où s'est opéré le retournement.

L'étranglement des anciens thermomètres à renversement est remplacé, dans ce modèle, par une obturation incomplète du canal thermométrique à la naissance même du réservoir, au moyen d'une tige de verre traversant le cylindre de part en part et soudée à celui-ci à l'extrémité opposée à la tige du thermomètre.

Lorsqu'on retourne ce thermomètre, le poids du mercure du réservoir n'agit pas sur l'étranglement, et l'on évite ainsi le risque de casse qui se produisait dans les anciens modèles et faussait les observations.

4° *Nouvel hygromètre à condensation.* Note de M. Henri GILBAUT, présentée par M. Lippmann.

Dans les hygromètres à condensation, on détermine la température de la surface de condensation à l'aide d'un thermomètre plongeant dans le liquide réfrigérant; or ce dernier a une conductibilité thermique très faible. M. Gilbaut se sert comme surface de condensation d'une lame de verre platinée formant la partie antérieure d'un appareil analogue à celui de M. Alluard. Des expériences préalables lui avaient permis de déterminer la loi de variation de la résistance électrique du platine avec la température, de sorte que, lorsque, en refroidissant l'appareil, on amenait la formation du dépôt de rosée, on pouvait, par une simple mesure de résistance, déterminer à $^1/_{30}$ de degré près la température de la surface métallique infiniment mince sur laquelle se produisait la condensation.

L'appareil est placé dans un vase en verre, dans lequel on fait circuler l'air dont on veut déterminer le degré hygrométrique.

Chimie. — 1° *Sur les borates métalliques.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

2° *Sur les manganites de potasse hydratés.* Note de M. G. ROUSSEAU, présentée par M. Troost.

3° *Sur la formation des dextrines.* Note de M. P. PETIT.

Reprenant la méthode de Payen pour la préparation de la dextrine, M. Petit montre qu'il y a dans les dextrines ainsi préparées une matière réduisant la liqueur de Fehling, non fermentescible, ce qui se produit à côté du glucose. La quantité de glucose formée est d'autant plus faible que le temps de chauffe est plus long.

Ces propriétés rapprocheraient la matière non fermentescible de la galletine de MM. Scheibler et Mittelmeier; cependant quelques essais que l'auteur se propose de continuer, lui font prévoir l'existence d'un composé provenant de l'oxydation de l'amidon par l'acide nitrique et ayant les propriétés d'une aldéhyde.

Electricité. — *Déperdition des deux électricités par les rayons très réfrangibles.* Note de M. Édouard BRANLY.

Agriculture. — *Influences, dans les terres nues, des proportions d'argile et d'azote organique sur la fixation d'azote atmosphérique, sur la conservation de l'azote et sur la nitrification.* Note de M. P. PICHARD.

Mathématiques. — 1° *Sur une série hypergéométrique.* Note de M. André MARKOFF, présentée par M. Hermite.

2° *Sur les réseaux plans à invariants égaux et les lignes asymptotiques.* Note de M. G. KŒNIGS, présentée par M. Darboux.

3° *Sur les séries à termes positifs.* Note de M. V. JAMET, présentée par M. Picard.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 7, du 13 février. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs; six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire: Le support Hicks (E. L.); — Le clairçage du sucre.

Brevets français: Fabrication du paraphénétol; — Nouveaux composés solides de trioxyde. — Neutralisation des lessives de savonnerie; — Fabrication du blanc de zinc; — Machine basculante pour la fabrication de la nitrocellulose; — Extraction de l'oléine du suif; — Distillation des hydrocarbures liquides; — Vulcanisation du caoutchouc; — Bouchon de sureté; — Capsule inviolable pour bouteille perdue; — Fermeture de boîtes à conserve; — Stérilisation du lait; — Fabrication du sucre candi; — Extraction des matières grasses, de l'huile, etc., au moyen des vapeurs; — Purification et décoloration des mélasses.

Brevets américains: Composé de brome; — Composé de résine; — Nouveaux explosifs; — Capsule pour produits médicinaux.

Académie des Sciences, Sociétés et Publications: Sur le déplâtrage des vins par le strontiane, par M. Dulaux.

Société anglaise de l'industrie chimique: Des composés gazeux produits par la roburite, par M. Ph. Bidson.

Publications: Fabrication de l'amidon; — Explosif Fortis.

Avis commerciaux: Le pétrole en Russie; — Le suif végétal.

Offres et demandes d'emplois.

Sommaire du n° 8, du 27 février 1892.

Nouveauté de laboratoire: Perce-bouchon.

Brevets français: Blanchiment du liège; — Appareil à purifier les eaux; — Acide picrique: — Préparation de matières granuleuses; — Chloroforme; — Production du chlore; — Alcali caustique; — Bisulfate de soude; — Filtre à poche; — Matières colorantes; — Bouteille perfectionnée; — Entonnoir rotatif; — Capillarimètre Launey; — Filtrage des vins; — Récipient pour conserves; — Emballage des morues; — Appareil trieur des pierres du café; — Préparation des gousses de vanille.

Brevets anglais: Traitement des huiles végétales; — Traitement du malt; — Teinture du cuir; — Teinture et blanchiment; — Liniment médicinal; — Magnésie douce; — Nouveau mordant; — Préparation de la céruse; — Traitement de la bière; — Sulfate de calcium; — Pentasulfate de soude. — Conservation des aliments; — Conservation de la viande; — Ejecteur médical; — Distillation du pétrole.

Académie des sciences: Du point de congélation des dissolutions aqueuses, par M. Raoult.

Décomposition de l'acide sulfureux par le carbone, par M. Scheurer.

Le chlorosulfure et bromosulfure de plomb, par M. Parmentier; — Sur un dérivé nitré de l'antipyrine, par M. Jandrier.

Renseignements commerciaux.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Les moteurs électriques à champ magnétique tournant, par R.-P. PICOU, Ingénieur des Arts et Manufactures. 1 vol. grand in-8°, illustré. — Baudry et C^ie^, éditeurs, Paris. — Prix: **1** fr. **50**.

Transmission de la force motrice par air comprimé ou raréfié, par A. GOUILLY, Ingénieur civil, répétiteur à l'Ecole Centrale. 1 vol. petit in-8°. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris. — Prix: **2** fr. **50**.

Distribution de l'Electricité par installations isolées, par R.-V. PICOU, Ingénieur des Arts et Manufactures. 1 vol. petit in-8°. — Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris. — Prix: **2** fr. **50**.

Traité de photométrie industrielle, spécialement appliquée à l'éclairage électrique, par M. A. PALAZ, docteur ès sciences, professeur d'électricité industrielle à la Faculté des Sciences de Lausanne. 1 vol. in-8° raisin, illustré. — Georges Carré, éditeur, Paris. — Prix: **9** francs.

Le Vin et la pratique de la vinification, par V. CAMBON, Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Société de Viticulture de Lyon. 1 vol. in-16, illustré. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix: **4** francs.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 18. N° 508. Samedi 5 Mars 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Construction du pont du Midi sur le Rhône, à Lyon (*planche XIX*), p. 289 ; Max de Nansouty. — **Métallurgie** : Note sur les résistances à la traction, allongements, stictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer (*suite*), p. 295 ; Mussy. — **Chemins de fer** : Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 297 ; H. Heude ; — Locomotive à foyer à grand volume d'eau et de vapeur accumulée avec détendeur et surchauffeur de vapeur (système Léon Francq et Mesnard), p. 300 ; Gérard Lavergne. — **Études économiques** : Revue des questions ouvrières, p. 301 ; Max Duchanoy. — **Électricité** : Eclairage électrique du tunnel des Batignolles (gare Saint-Lazare, Paris), p. 302. — **Informations** : Secrétariat général de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Nomination de M. A. Foulon, p. 303 ; — Banquet des Agriculteurs de France, p. 303 ; — Conférences publiques à la Bibliothèque Forney, p. 303 ; — Essai du kaolin, p. 303 ; — Avis, p. 303.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 18 janvier 1892, p. 304 : G. Petit. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, séance du 8 janvier 1892, p. 304.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 304.

Planche XIX : Construction du pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon.

TRAVAUX PUBLICS

CONSTRUCTION DU PONT DU MIDI SUR LE RHONE A LYON

(Planche XIX.)

Le Pont du Midi sur le Rhône, qui vient d'être construit par la ville de Lyon, est situé sur le prolongement de deux grandes avenues qui relient les importantes gares de Perrache et de la Mouche.

Pour desservir une circulation très active, il existait, primitivement, un pont suspendu, construit suivant les anciens errements, dont la fréquentation était interdite aux véhicules dépassant 3 000 kilogrammes, de sorte que les gros transports étaient obligés de faire un long détour pour franchir le fleuve.

Le conseil municipal de Lyon, prenant en considération les nombreuses pétitions qui lui étaient adressées contre cet état de choses, autorisa, en 1887, la construction d'une passerelle provisoire en charpente à 30 mètres en amont du pont suspendu, et décida de remplacer ce dernier ouvrage par un pont fixe à grande circulation. En conséquence, un projet définitif fut dressé par le service municipal des travaux ; l'adjudication eut lieu le 28 février 1889 et le pont était livré à la circulation le 13 juillet 1891.

Description sommaire. — Le Pont du Midi se compose de 3 arches métalliques reposant sur des piles et des culées en maçonnerie ; sa longueur totale est de 234 mètres et sa largeur entre parapets est de 20 mètres, comprenant une chaussée de 11 mètres et deux trottoirs de 4m50.

Le rectangle laissé libre pour la navigation, sous l'arche centrale, a 20 mètres de largeur sur 9m30 de hauteur au-dessus de l'étiage ; sous les arches de rives, il conserve sa largeur de 20 mètres mais sa hauteur est réduite à 8m35.

Le profil en long de la chaussée est constitué par des rampes de 0m026 qui, partant des quais de chaque côté du pont, aboutissent au milieu des arches de rives ; entre ces points, elles sont réunies par une courbe de 2 710 mètres de rayon, dont le sommet se trouve placé au milieu de l'arche centrale.

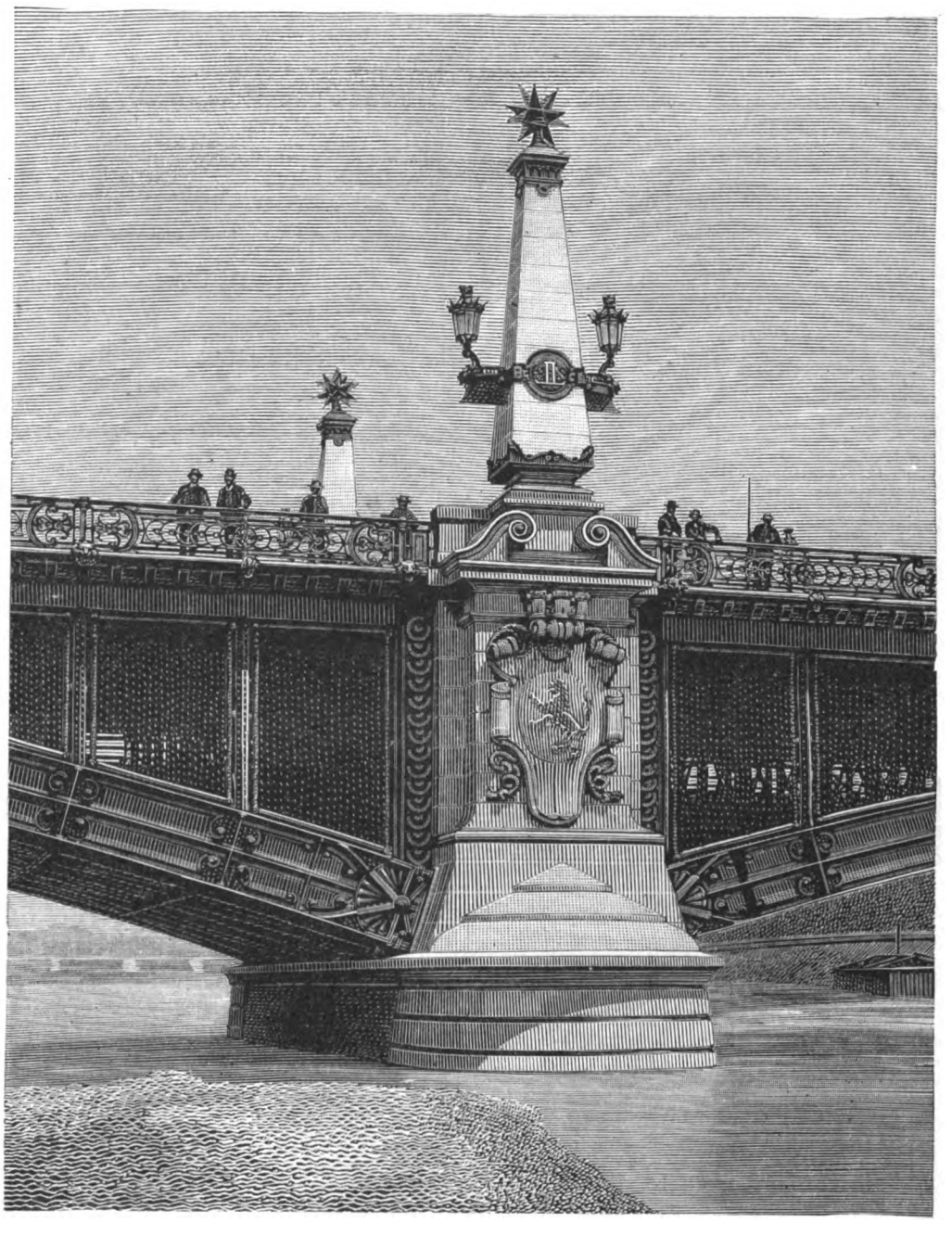


Fig. 1. — Pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon. Décoration des piles.

Chaque travée métallique est formée de 8 arcs surbaissés s'appuyant sur des rotules aux naissances.

Des montants verticaux équidistants, rivés sur les arcs, supportent le tablier, qui est formé de tôles embouties rivées sur les pièces de pont et les longerons.

La chaussée est pavée en bois sur forme de béton et les trottoirs sont bitumés.

Les arcs sont fortement contreventés en dessous et dans le sens transversal ; les montants sont aussi reliés transversalement par des croix de Saint-André.

Les arcs des têtes ont reçu des appliques ornementales en fonte ainsi que les tympans.

Les corniches et les parapets sont aussi en fonte d'art. La décoration est complétée par 8 pyramides, construites en pierre avec appliques en fonte, qui s'élèvent au-dessus des piles et des culées, et par un grand cartouche, aux initiales R F entrelacées, placé à la clef de l'arche centrale.

Les faces des piles, au-dessus des cha-

Digitized by Google

perons, portent un grand cartouche sculpté aux armes de la ville.

Toute la construction métallique est en acier. La fonte n'a été employée que pour les coussinets de retombée des arcs, les plaques d'appui des longerons sur les maçonneries, les corniches, les parapets et les appliques ornementales des tympans et des pyramides.

Des dispositions spéciales pour la dilatation ont été adoptées aux points de jonction des travées métalliques avec les piles et les culées.

Enfin, pour garantir la sécurité de l'ouvrage et faciliter son entretien, on s'est attaché à n'avoir aucune partie de métal cachée, sauf les surfaces du platelage en contact avec la chaussée, qui ont été zinguées et peintes à trois couches de minium de plomb.

Sondages. — On avait décidé de fonder les piles à 13 mètres au-dessous de l'étiage, afin de les mettre complètement à l'abri des affouillements; quant aux culées, qui devaient être enracinées dans le terre-plein bétonné des bas ports, une profondeur de 2m50 au-dessous de l'étiage avait été jugée suffisante.

Des sondages exécutés sur l'emplacement projeté des piles et des culées ont permis de constater que le sous-sol était formé de couches de gravier ou de sable qui atteignaient une grande profondeur.

L'extraction du gravier s'opérait dans des tubes en tôles de 0m30, 0m22 ou 0m14 de diamètre, au moyen d'une curette à piston formée d'un cylindre en tôle, de 2 mètres de longueur, dans lequel pouvait se mouvoir un piston ordinaire muni d'une soupape s'ouvrant vers le haut; une autre soupape, placée à la base inférieure du cylindre et ouvrant aussi vers le haut, donnait passage au gravier ou aux cailloux quand l'aspiration était produite par le mouvement ascensionnel du piston. Ce dernier était manœuvré de l'extérieur, au moyen d'une corde, par 2 ou 3 hommes qui lui imprimaient un mouvement de va-et-vient continuel et remontaient la curette, à l'aide d'un treuil, quand ils la jugeaient suffisamment chargée; ils la vidaient ensuite par une porte spéciale ménagée dans le bas du cylindre.

Le trépan n'a été employé que pour casser des cailloux trop gros ou désagréger le sol dans les couches inférieures fortement agglomérées.

s'effectuait au fur et à mesure de l'extraction du fond; on la facilitait en imprimant à la colonne des mouvements saccadés de rotation, dans les deux sens, au moyen de leviers.

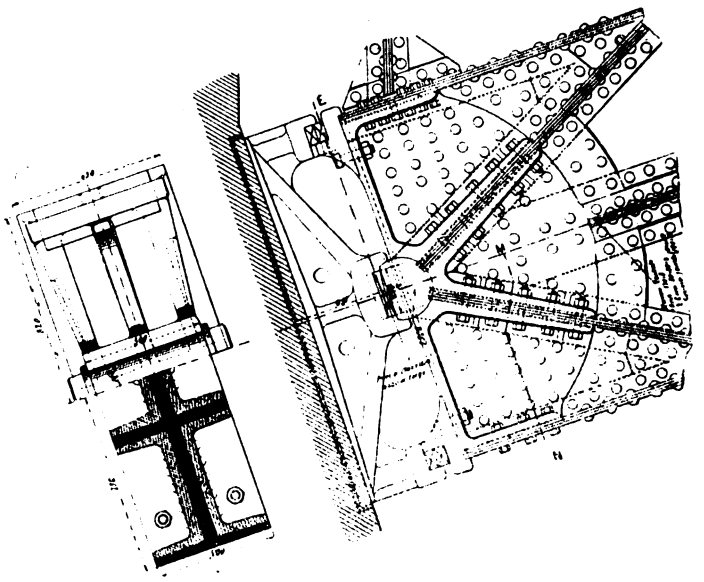


Fig. 2. — Détail de la retombée.

Lorsque le sondage avait atteint la profondeur fixée pour l'assiette des fondations, on faisait, avant de le continuer, des expériences sur la compressibilité du sol. Pour cela, on introduisait dans la colonne un pieu en bois, muni à sa partie inférieure d'une frette circulaire en tôle de 0m10 de diamètre; on chargeait ensuite la partie supérieure avec de gros matériaux reposant sur des colliers en bois, et la descente

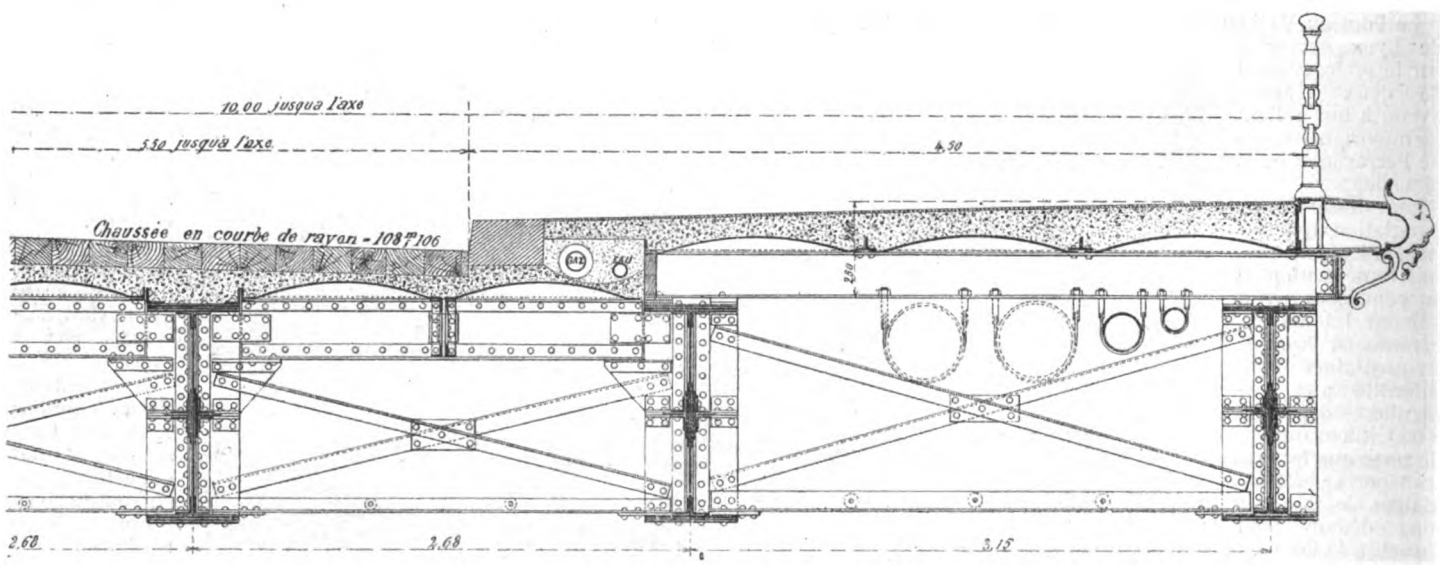


Fig. 3. — Détail du tablier.

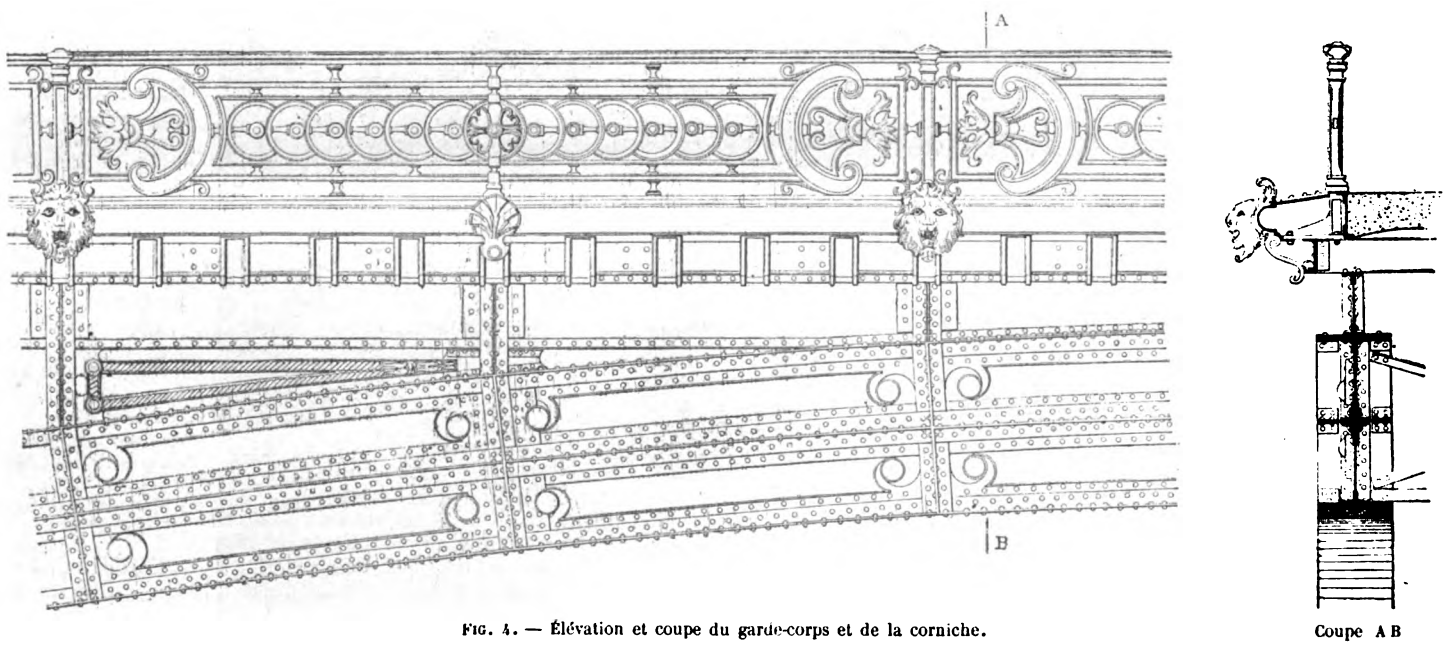


Fig. 4. — Élévation et coupe du garde-corps et de la corniche.

Coupe A B

Digitized by Google

rieure du pieu avec des saumons de fonte, produisant une pression sur la base de 50 kilogrammes par centimètre carré, bien supérieure à celle qui devait résulter de la construction. Sous cette charge, on n'a observé aucun affaissement du sol.

Le procédé de sondage qui vient d'être décrit sommairement est applicable dans tous les terrains aquifères: il est plus rapide et plus économique que le procédé par la tarière ou la cuiller; il n'exige pas le glaisage du terrain lorsqu'il est friable pour en faciliter la remonte, ce qui dénature sa composition; enfin, la descente de la colonne, naturelle ou par rotation, la préserve des ruptures qui résultent souvent de l'emploi du mouton.

Maçonneries en général. — L'entrepreneur avait disposé ses ateliers avec un ordre et une méthode qui lui ont permis de gagner du temps sur les délais prescrits par le cahier des charges.

La maçonnerie, en pierre de taille de Villebois ou d'Hauteville, a été particulièrement bien traitée; certains appareils, quoique simples en apparence, présentaient des difficultés d'exécution et de pose dont on a triomphé sans retouche, surtout pour les grands écussons des piles, qui ont été sculptés avant la pose.

Le fonçage a eu lieu sans incident pour la pile rive droite.

Pour la pile rive gauche, le caisson avait atteint la profondeur de 12 mètres au-dessous de l'étiage lorsque l'entrepreneur, pour favoriser la descente, qui était devenue difficile, supprima brusquement la pression intérieure. Sous l'effet de la pression extérieure de l'eau, il y eut alors expulsion du gravier sous le couteau du caisson sur une longueur de 4 ou 5 mètres du côté de la rive gauche et descente brusque du caisson sur ce point, ce qui lui donna un surplomb qu'il a été impossible de rectifier.

A cette même pile, la fondation était presque terminée; la chambre de travail et le vide des cheminées avaient été remplis; on avait commencé la pose des libages supportant la pile en élévation. Pour sortir les maçonneries de l'eau, le caisson portait des hausses en tôle formant bâtardeau qui étaient consolidées par des étais en bois pour résister à la pression extérieure de l'eau. Une crue très rapide survint et, au moment où on se disposait à laisser pénétrer l'eau dans le bâtardeau pour équilibrer les pressions, les étais se rompirent et les tôles furent détruites, à l'exception des parties circulaires amont et aval.

Cet accident, qui aurait pu entraîner des difficultés et des retards

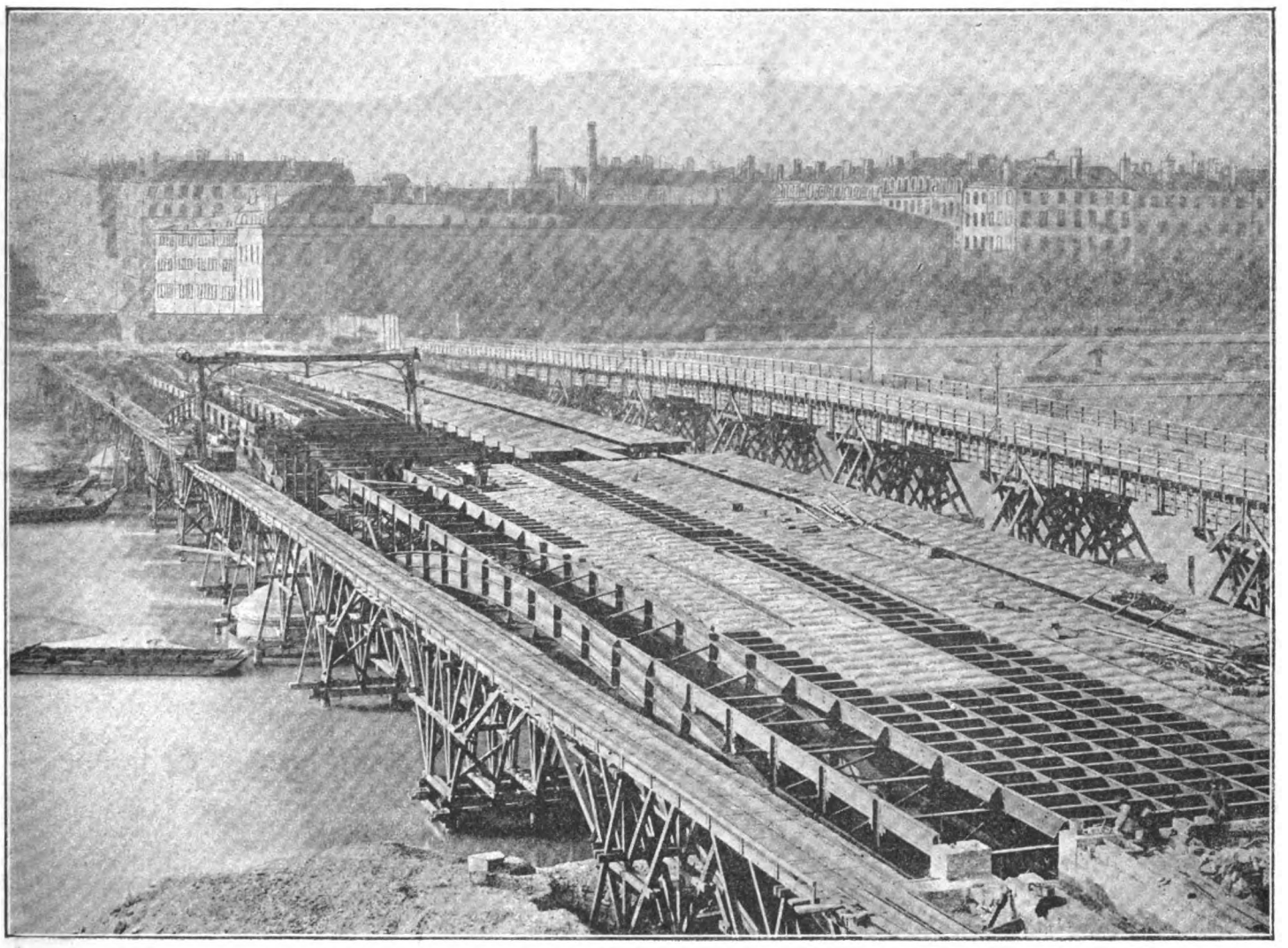


Fig. 5. — Construction du pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon. — Vue générale du chantier.

Les fondations par l'air comprimé et celles par épuisements ont été exécutées sans le moindre accident de personnes, malgré les obstacles apportés assez fréquemment par les crues si rapides et si violentes du Rhône.

Fondation des piles par l'air comprimé. — Pour l'immersion du caisson et la mise en œuvre des matériaux, l'entrepreneur avait disposé une ligne de pieux de chaque côté des parois longitudinales du caisson qui supportaient une plate-forme en charpente placée à 8 mètres environ au-dessus de l'étiage. Le caisson, construit sur un bateau, a été amené sous cet échafaudage, auquel on l'a suspendu par des vérins, qui ont permis de l'échouer sur le sol préalablement régularisé.

Le caisson, formé d'une seule pièce, avait 29m 45 de longueur sur 6m 30 de largeur avec avant et arrière-becs circulaires.

On vérifiait constamment la descente à l'aide de repères fixes placés sur les échafaudages, et les déviations étaient corrigées autant que possible immédiatement, car on disposait d'un faible empatement à la base des maçonneries des piles en élévation.

Les maçonneries dans l'intérieur du caisson étaient faites en moellons granitiques et mortier de chaux du Teil; l'intérieur de la chambre de travail et des cheminées a été bourré de béton hydraulique.

dans la construction, a été fort heurement réparé en remplaçant les parois détruites par un bâtardeau en béton de ciment, puis, à l'aide d'une pompe centrifuge de 0m 18 de diamètre, actionnée par une locomobile placée sur un bateau, on a pu épuiser et sortir les maçonneries de l'eau.

Fondation des culées par épuisements. — Les expériences faites par M. Clavenad, Ingénieur des Ponts et Chaussées et directeur des travaux de la Ville, sur la filtration naturelle des eaux du Rhône pour l'alimentation de la Ville, l'ont conduit à fonder les culées par épuisements.

Il s'agissait d'établir pour chaque culée, dans un sol de gravier et à 8 mètres environ du Rhône, un massif de maçonneries de 26m 20 de longueur sur 17 mètres de largeur dans le sens longitudinal du pont et 5 mètres de profondeur au-dessous du niveau du bas-port, la charge d'eau pouvant atteindre 4 mètres de hauteur.

Comme on disposait d'un espace très restreint et qu'il importait d'éviter l'éboulement du bas-port formant digue du côté du Rhône et celui des quais du côté opposé, on a battu à une distance de 1 mètre et sur tout le pourtour du massif de fondation, une ligne de pieux entre lesquels on a intercalé des palplanches qu'on faisait descendre, à la masse ou au moyen d'une sonnette à tiraudes, au fur et à mesure de l'approfondissement de la fouille.

Digitized by Google

L'épuisement a été obtenu sur la rive droite à l'aide de 3 pompes centrifuges de $0^m 20$, $0^m 25$ et $0^m 30$ de diamètre; sur la rive gauche, où le banc filtrant était plus homogène, 2 pompes de $0^m 20$ ont suffi.

L'assèchement de la fouille ayant pu être obtenu, la fondation du massif a été commencée avec de la maçonnerie ordinaire, en mortier de ciment, jusqu'à 1 mètre environ de hauteur, puis elle a été continuée avec du mortier de chaux du Teil additionné de ciment.

Il est à remarquer que les épuisements ont été effectués en plein gravier, sans bâtardeau d'aucune espèce, à une très petite distance du Rhône, dont on était séparé par une digue en graviers et sous une charge d'eau qui a dépassé 3 mètres; mais on a dû travailler jour et nuit pendant 2 mois environ pour chaque culée, tant pour l'extraction des déblais que pour la confection des maçonneries. Ce résultat n'a été obtenu, il est vrai, qu'au prix d'efforts incessants, particulièrement sur la rive droite, où la composition hétérogène du sol a donné lieu à des renards très abondants, mais il s'est traduit par une économie dans la dépense et une certitude absolue sur la bonne exécution des travaux.

Détail des différentes pièces des travées métalliques. — Les études d'exécution de la partie métallique de l'ouvrage ont été faites avec un soin tout particulier par les constructeurs MM. Moisant, Laurent,

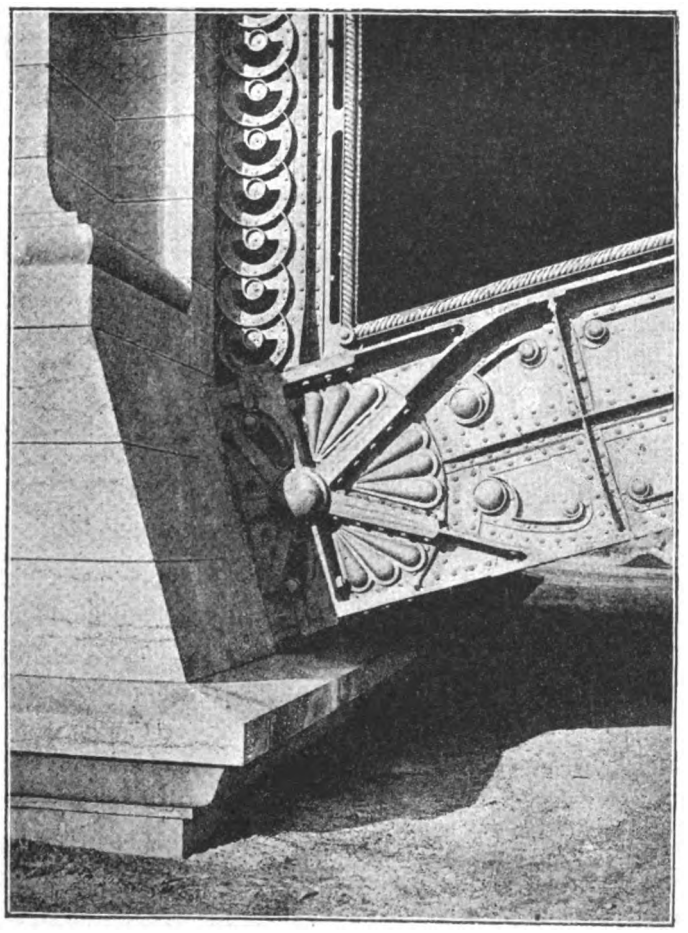


Fig. 6. — Pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon. Décoration des retombées.

Savey et Cie. Chaque travée métallique est formée de 8 arcs semblables, espacés de $2^m 68$ d'axe en axe sous la chaussée et de $3^m 15$ sous les trottoirs.

La fibre moyenne des arcs est circulaire avec un rayon de $111^m 219$. Le tableau suivant indique les cordes, les flèches et les surbaissements.

Désignation des travées.	Cordes de l'arc moyen entre les rotules.	Flèches.	Surbaissements.
Travées de rives (semblables).	$62^m 500$	$4^m 480$	$\frac{1}{13,951}$
Travée centrale.	$68^m 500$	$5^m 405$	$\frac{1}{12,673}$

La hauteur des arcs croît depuis la clef, où elle a $1^m 10$ entre les faces intérieures des semelles, jusqu'aux naissances, où elle atteint $1^m 50$ pour les arcs de la travée centrale et $1^m 464$ pour les arcs des travées de rives.

La section des arcs se compose d'une âme en tôle pleine de 10 millimètres d'épaisseur, formée de deux parties découpées suivant la fibre moyenne et réunies par des couvre-joints de 320×10 millimètres, et de deux tables ou semelles de $0^m 500$ de largeur formées de tôles de 10 millimètres en nombre variable et proportionné aux efforts. Les semelles sont réunies à l'âme par des cornières de $\frac{90 \times 90}{10}$ millimètres.

Une nervure centrale de 130×8 millimètres règne sur toute la longueur de l'arc; elle est rattachée à l'âme par des cornières de $\frac{80 \times 80}{8}$ avec fourrure de 190×11 interposée entre ces cornières et les couvre-joints réunissant les deux parties de l'âme de l'arc.

Des nervures, dirigées suivant le rayon de l'arc moyen et correspondant aux montants verticaux des tympans, maintiennent la rigidité de l'arc; elles sont formées de tôles de 8 millimètres, ayant la même saillie que les semelles placées entre deux cornières de $\frac{80 \times 80}{8}$ qui sont réunies à l'âme avec fourrure interposée.

Aux naissances, les semelles viennent se réunir au milieu de l'arc et reportent les pressions sur un axe en acier de $0^m 200$ de diamètre. Des clavettes de serrage existent au droit des semelles, qui ont aussi été prolongées jusqu'aux coussinets des retombées. Ces clavettes ont été légèrement serrées : celles inférieures par la température minimum et celles supérieures par la température maximum, de sorte qu'en réalité, les arcs portent uniquement sur les pivots.

Les arcs sont contreventés, suivant la surface d'intrados, par des fers à ⌴ de $\frac{150 \times 55}{10}$ formant croix de Saint-André; ils sont aussi contreventés perpendiculairement à leur âme, au droit de chaque montant, à l'intrados et à l'extrados, par 2 cornières assemblées de $\frac{80 \times 80}{8}$ et par des croix de Saint-André en cornières de $\frac{70 \times 70}{7}$ reliant entre elles les parties supérieures et inférieures de 2 arcs voisins.

Les montants des tympans, espacés de $2^m 98$ d'axe en axe, sont formés de 4 cornières de $\frac{85 \times 85}{9}$ comprenant entre elles longitudinalement et transversalement des tôles de 8 millimètres d'épaisseur. Les montants sont fixés aux arcs et aux longerons par des cornières de $\frac{70 \times 70}{7}$, rivées sur des goussets en tôles de 8 millimètres d'épaisseur. Des croix de Saint-André, formées de 2 cornières assemblées de $\frac{70 \times 70}{7}$, contreventent les montants dans le sens transversal du pont.

Les longerons principaux, qui s'appuient sur les montants, se composent d'une âme pleine de 500×8 millimètres et de 4 cornières formant semelles de $\frac{70 \times 70}{8}$.

Les pièces de pont sont rivées aux longerons principaux et sont espacées de $0^m 993$ d'axe en axe; elles sont formées d'une âme pleine de 320×8 millimètres et de 4 cornières de $\frac{70 \times 70}{7}$. Des longerons secondaires réunissent les milieux des pièces de pont et ont la même section.

Le plancher se compose d'un platelage en tôles embouties zinguées de 9 millimètres d'épaisseur sous la chaussée et 7 millimètres sous les trottoirs, rivées sur les pièces de pont et les longerons.

Les coussinets des retombées, les corniches et les parapets sont en fonte.

Les coussinets sont encastrés de quelques centimètres dans la pierre de taille; leur position définitive a été réglée exactement, au moyen de 4 vis, de manière à laisser un vide qui a été rempli avec un coulis de ciment.

Les corniches sont assemblées par tronçons au droit de chaque montant, avec un vide pour la dilatation. Ce vide est dissimulé, dans les parties moulurées, alternativement par une tête de lion et une palmette fixées par des boulons et, au-dessus de la corniche, par un fer en U renversé formant couvre-joint. Ce fer, qui est fixé sur un tronçon seulement pour ne pas nuire à la dilatation, embrasse des renflements venus de fonte qui empêchent l'infiltration de l'eau.

Les parapets sont formés de pilastres principaux placés au droit des têtes de lion, et de pilastres secondaires placés au droit des palmettes. Ces pilastres sont fixés par un patin venu de fonte sur les extrémités des poutrelles des trottoirs; ils sont réunis par une main courante moulurée et par des panneaux de remplissage posés à dilatation libre.

Dispositions spéciales pour la dilatation près des maçonneries. — L'ossature métallique est indépendante des maçonneries et peut se prêter à toutes les variations de température.

Sous la chaussée, près des maçonneries, le platelage se termine par des tôles plates de 9 millimètres d'épaisseur renforcées par des cornières. Ces têtes reposent librement, au-dessus des maçonneries, sur d'autres tôles plates de 500×9 fortement scellées pour résister au glissement. Sur les unes et les autres, on a fixé des poutrelles transversales affectant la forme de deux fers en U à dos, formées d'une âme verticale de 8 millimètres d'épaisseur, découpée suivant le bombement du béton de la chaussée, et de cornières de $\frac{70 \times 70}{8}$; le vide de $0^m 06$ environ qui sépare ces poutrelles est recouvert par une plate-bande de 220×9 millimètres, rivée seulement sur la cornière du côté des maçonneries, de sorte que l'extrémité du tablier métallique peut se mouvoir librement sous cette plate-bande.

L'appareil de dilatation des trottoirs est analogue à celui de la

Digitized by Google

chaussée, mais la plate-bande en tôle est remplacée par des bandes de fonte striée posées à recouvrement au niveau des trottoirs, avec un jeu de 15 millimètres en plus ou en moins qui forme une coupure nettement accusée.

Décoration. — La décoration du pont du Midi, quoique sobre, est d'un bel effet architectural.

Les arcs des têtes, de chaque côté des nervures, dirigées suivant le rayon moyen, ont reçu des appliques en fonte formant des volutes à fortes saillies. La décoration des retombées, formée de volutes et de coquilles en relief, est particulièrement heureuse.

Le vide des tympans est orné par des torsades en fonte boulonnées dans des cornières formant cadre. Ces cadres paraissent maintenus aux angles par des patères à boules également en fonte.

La corniche est relevée par des consoles détachées, à volutes et nervures très rapprochées les unes des autres, et par des têtes de lion ou des palmettes alternant au droit des pilastres du parapet ou des montants des tympans.

Les pilastres sont réunis par une main courante moulurée et le remplissage du parapet est effectué par des motifs à rinceaux et volutes à fortes nervures, réunis par des jetées de ducats qui, vus de face ou en raccourci, présentent un effet très satisfaisant.

Les faces des piles, entre le chaperon et la corniche supérieure, portent un grand écusson en pierre de taille sculptée aux armes de la ville.

Les pyramides rostrales avec appliques en fonte, qui surmontent les piles et les culées, forment une transition heureuse entre la pierre et le métal ; elles reposent sur un soubassement en pierre de taille qui dépasse un peu la hauteur des parapets. La plinthe et la gorge de la base sont serties en fonte d'art ; au milieu du fût sortent des proues de navire supportant des lanternes octogonales, et sur les faces antérieures et postérieures, on a placé des boucliers aux initiales de la ville entrelacées avec des branches de mûrier ; enfin les pyramides sont couronnées par un chapiteau orné de feuilles d'acanthe sur lequel on a placé un icosaèdre à piques dorées. Toutes ces appliques en fonte sont peintes couleur bronze antique.

Les pyramides élancent l'ouvrage et s'harmonisent très heureusement avec les grandes avenues qui forment le prolongement du pont et avec la belle perspective des quais du Rhône.

Qualités prescrites pour l'acier et la fonte. — Le cahier des charges imposait pour l'acier une résistance à la traction de 45 ± 2 kilogr. par millimètre carré, avec un allongement de 24 % au moins, au moment de la rupture ; la limite d'élasticité était fixée à 24 kilogr. par millimètre carré. On devait, en outre, faire les essais de ployage à chaud et à froid, les essais de forge et de trempe prescrits ordinairement pour l'acier et sur lesquels il nous paraît inutile d'insister.

Les fontes devaient résister aux épreuves du choc et à la flexion indiquées ci-après :

1° Un barreau à section carrée de $0^m 20$ de longueur et $0^m 04$ de côté, placé horizontalement sur deux couteaux en acier, espacés de $0^m 16$, devra supporter, sans se rompre, le poids d'un mouton de 12 kilogr. tombant librement sur le barreau de $0^m 40$ de hauteur, au milieu de l'intervalle des points d'appui ;

2° Un barreau à section carrée de $0^m 04$ de côté, soumis par l'appareil de Monge à un effort de flexion, supportera, sans se rompre, l'action d'un poids de 160 kilogr. agissant sur le levier à une distance de $1^m 50$ du point d'appui le plus voisin du poids. Le poids du levier, celui du plateau et des accessoires ramenés à la même distance de $1^m 50$ seront compris dans le poids de 160 kilogr. indiqué ci-dessus.

Toutes ces conditions ont été parfaitement réalisées.

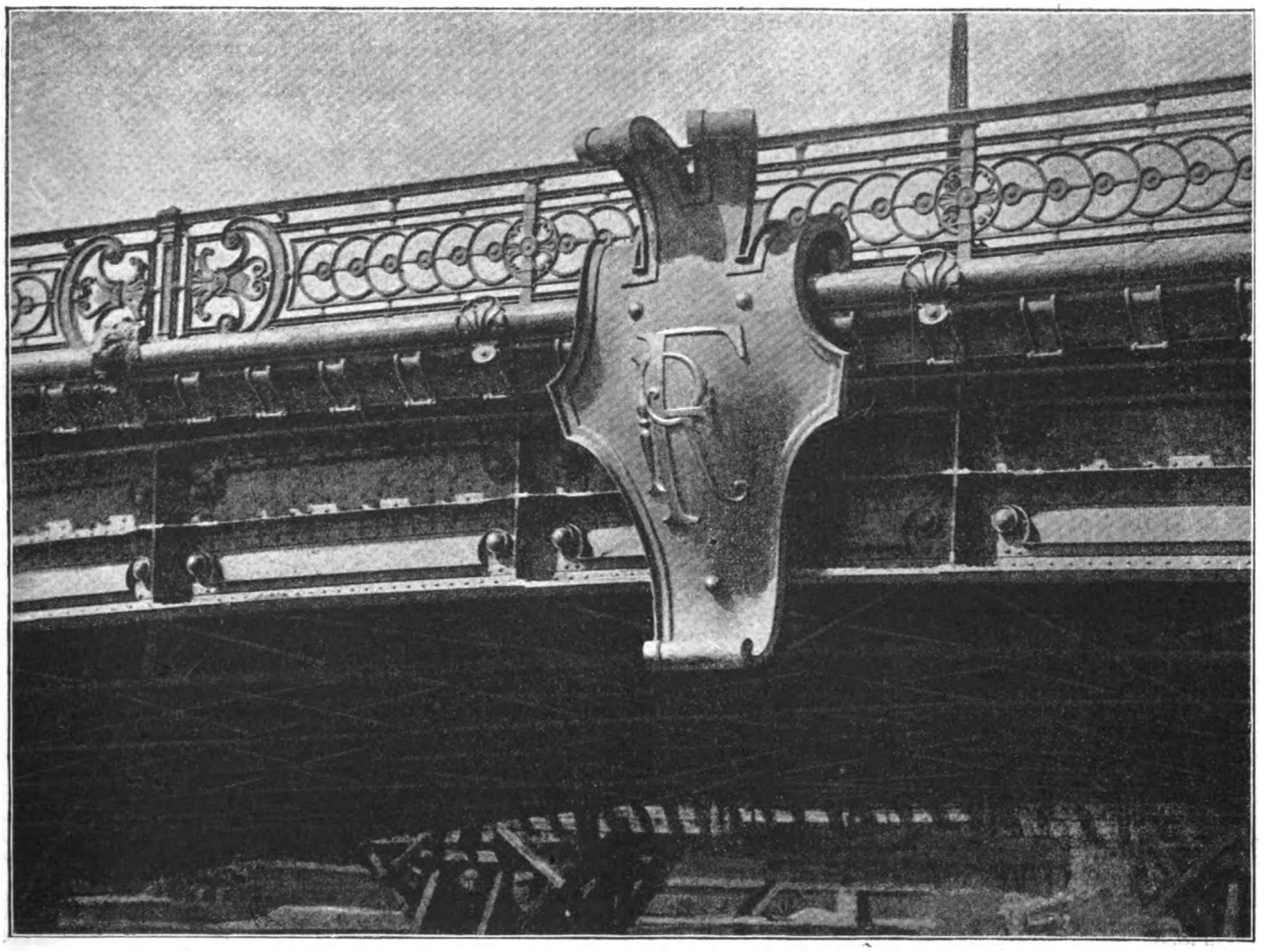


Fig. 7. — Pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon. — Décoration des arcs de tête.

Calculs des arcs. — Les arcs ont été calculés graphiquement par les méthodes de MM. de Dion et Eddy, qui ont conduit à des résultats presque identiques.

Pour ces calculs, qui ont été faits par les Ingénieurs du service municipal lors de la rédaction du projet, et refaits sur les données définitives de l'exécution, par MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie, on a supposé les arcs s'appuyant sur les rotules des naissances, et on a ajouté, à l'influence de la charge permanente, celle de la surcharge la plus défavorable, ainsi que celle de la température limite qui a été supposée devoir varier de 30 degrés en plus ou en moins de la température au moment du décintrement. Il est très peu probable que ces effets puissent se réaliser en même temps, dans la pratique, mais on a obtenu ainsi un supplément de sécurité.

On a admis, pour la charge permanente, un poids de 2800 kilogr. par mètre courant uniformément réparti, suivant la corde de l'arc ; pour la surcharge morte, un poids de 300 kilogr., uniformément réparti par mètre carré de tablier, et, enfin, pour surcharge roulante, le passage de voitures de 16 tonnes sur deux essieux, marchant en masse serrée sur quatre lignes.

En ce qui concerne la surcharge roulante, on a admis trois cas :

1° L'essieu le plus lourd (10 tonnes) est au milieu de l'arche, laquelle est entièrement chargée ;

2° L'essieu le plus lourd est encore au milieu de l'arche, mais la moitié de gauche seule est chargée ;

Digitized by Google

3° L'essieu le plus lourd se trouve placé au rein de chaque côté de l'axe de la travée qui est entièrement chargée.

Le tableau suivant indique, pour les arcs sous chaussée de la travée centrale, le travail du métal dans chaque cas considéré. Les efforts maxima ont été obtenus en cumulant les efforts de la charge permanente et de la température avec le cas le plus défavorable de la surcharge.

Les chiffres cumulés sont en chiffres gras.

Numéros des sections	Valeurs de R pour la charge permanente	la surcharge morte totale	la demi surcharge morte	la surcharge roulante 1er cas	2e cas	3e cas	la dilatation	Valeur de R maximum
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
I naissance .	5,3	1,6	1,3	2,5	2,2	2,6	0,3	8,2
II	5,3	1,6	2,0	2,8	3,6	3,2	0,5	9,4
III	5,3	1,6	2,6	2,7	4,6	3,3	0,8	10,7
IV	4,5	1,4	2,4	2,7	4,1	2,7	0,8	9,4
V	4,5	1,4	2,8	3,1	4,6	3,1	1,0	10,1
VI	4,5	1,4	2,8	3,1	4,8	2,5	1,2	10,5
VII	4,5	1,4	2,9	2,8	4,6	2,7	1,3	10,4
VIII	4,5	1,4	2,8	2,4	4,3	2,2	1,4	10,2
IX	4,5	1,4	2,6	2,4	3,7	2,5	1,6	9,8
X	4,5	1,4	2,1	2,8	3,7	2,8	1,7	9,9
XI	4,6	1,4	1,5	3,5	3,8	3,2	1,8	10,2
XII clef . .	4,6	1,4	0,7	3,8	3,4	2,7	1,8	10,2

On voit que, dans presque toutes les sections, les efforts maxima de la surcharge roulante sont produits dans le cas où la moitié de l'arche et chargée.

Montage de la charpente métallique.— Ce montage, caractérisé par la perfection de l'outillage des constructeurs, MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie, par la grande simplicité de leurs moyens d'action, par sa précision et sa très grande rapidité, a été remarqué comme un exemple à suivre dans la construction des ponts similaires. Le cintre destiné au montage de la construction métallique était formé, sous l'arche centrale, de cinq palées supportant une charpente très légère recouverte d'un plancher sur lequel les arcs s'appuyaient par l'intermédiaire de cales en bois pendant la période d'assemblage des tronçons. On les réglait ensuite avant le rivetage sur place des tronçons entre eux, à l'aide de vérins placés symétriquement de chaque côté de l'axe au-dessus des hautes palées, de sorte que ces dernières supportaient tout le poids de la construction.

Les dessins d'ensemble des cintres donnent l'élévation de la demi-ferme de tête et d'une demi-ferme (pl. XIX) sous les arcs, ainsi qu'une coupe transversale au milieu de l'arche.

Le montage des cintres a été facilité par l'établissement de deux passerelles de service installées à l'amont et à l'aval. La première n'était destinée qu'à supporter un des rails de roulement de la grue de montage, et la seconde avait pour but : 1° de supporter le second rail de roulement de la grue précitée; 2° d'assurer facilement le passage des ouvriers chargés de la construction métallique; 3° de permettre l'établissement d'une voie de service pour le transport des différentes pièces de la construction.

La grue était disposée de telle façon que son plan vertical de symétrie pouvait se déplacer sur toute la longueur du chemin de roulement et que la charge pouvait se déplacer dans ce plan latéralement et verticalement.

Tous les appareils de commande étaient groupés pour faciliter la simultanéité des trois mouvements et pour restreindre le personnel nécessaire aux manœuvres, de sorte que trois hommes placés sur une plate-forme spéciale suffisaient amplement.

Le montage de la partie métallique a été fait sur cintre, avec le concours de la passerelle de service et de la grue de montage. Les pièces étaient prises sur le chantier de dépôt, situé sur la rive gauche, et on avait eu soin, avant de les y transporter, de réaliser, à l'usine même, tous les assemblages qui pouvaient être faits sans gêner le montage à pied-d'œuvre.

On a commencé à placer les coussinets en fonte des retombées et les rotules servant de support aux arcs, puis on a attelé successivement tous les tronçons et on les a rivés entre eux une fois le réglage terminé.

Les arcs établis, on a établi successivement leurs contreventements, les montants verticaux, les longerons, les pièces de pont, et enfin on a effectué la pose des tôles embouties.

La moitié du pont amont ayant été construite, on a ripé les cintres pour construire l'autre moitié.

Le ripage s'est effectué très facilement : l'échafaudage reposait sur les basses palées par l'intermédiaire de coins qui ont été remplacés par des rouleaux en bois, et le déplacement a été obtenu à l'aide de forts palans, amarrés à l'aval des basses palées et de l'échafaudage, dont les garants de retour s'enroulaient sur des treuils placés sur le chemin de roulement au-dessus de chaque palée. La manœuvre n'a duré que quelques heures et a parfaitement réussi.

Épreuves par poids mort. — Les épreuves du pont ont été faites conformément à la circulaire du 9 juillet 1877. On a chargé successivement chaque travée d'abord sur la moitié de sa portée, puis sur sa longueur totale, et ensuite sur l'autre moitié, à raison de 300 kilogrammes par mètre carré de tablier, et, pour chaque opération, on a relevé les déformations par des nivellements de précision.

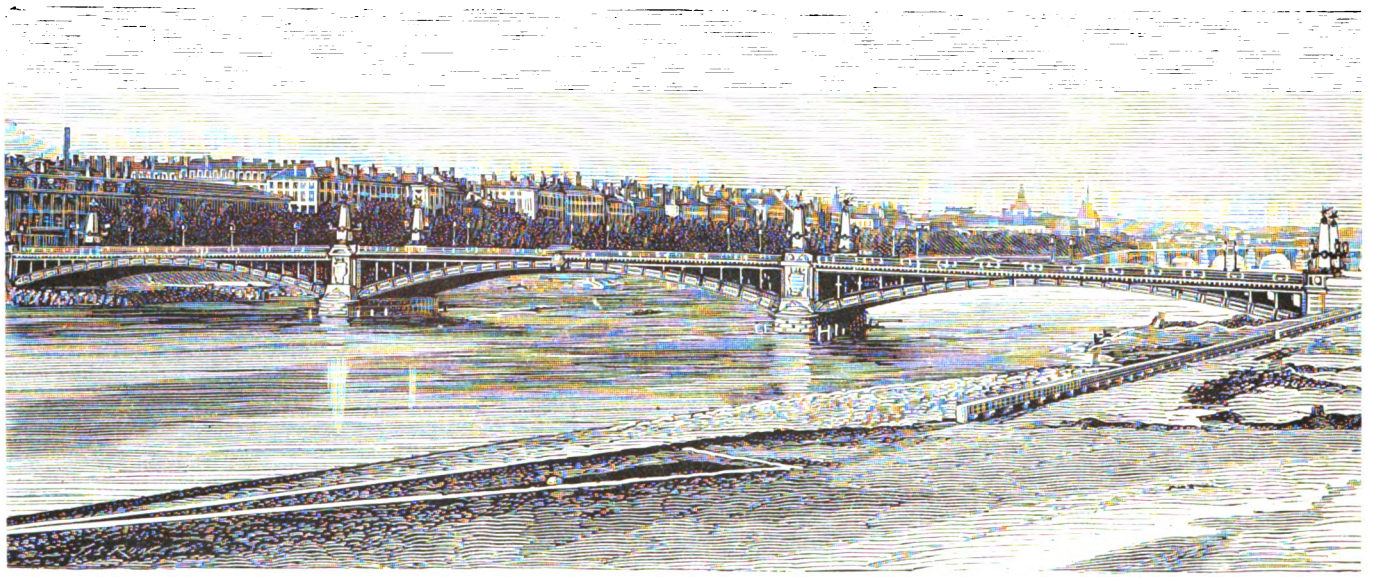


FIG. 8. — Vue générale du pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon.

On voit que, dans presque toutes les sections, les efforts maxima de la surcharge roulante sont produits dans le cas où la moitié de l'arche et chargée.

Montage de la charpente métallique.— Ce montage, caractérisé par la perfection de l'outillage des constructeurs, MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie, par la grande simplicité de leurs moyens d'action, par sa précision et sa très grande rapidité, a été remarqué comme un exemple à suivre dans la construction des ponts similaires. Le cintre destiné au montage de la construction métallique était formé, sous l'arche centrale, de cinq palées supportant une charpente très légère recouverte d'un plancher sur lequel les arcs s'appuyaient par l'intermédiaire de cales en bois pendant la période d'assemblage des tronçons. On les réglait ensuite avant le rivetage sur place des tronçons entre eux, à l'aide de vérins placés symétriquement de chaque côté de l'axe au-dessus des hautes palées, de sorte que ces dernières supportaient tout le poids de la construction.

Les dessins d'ensemble des cintres donnent l'élévation de la demi-ferme de tête et d'une demi-ferme (pl. XIX) sous les arcs, ainsi qu'une coupe transversale au milieu de l'arche.

Le montage des cintres a été facilité par l'établissement de deux passerelles de service installées à l'amont et à l'aval. La première n'était destinée qu'à supporter un des rails de roulement de la grue de montage, et la seconde avait pour but : 1° de supporter le second rail de roulement de la grue précitée; 2° d'assurer facilement le passage des ouvriers chargés de la construction métallique; 3° de permettre l'établissement d'une voie de service pour le transport des différentes pièces de la construction.

La grue était disposée de telle façon que son plan vertical de symétrie pouvait se déplacer sur toute la longueur du chemin de roulement et que la charge pouvait se déplacer dans ce plan latéralement et verticalement.

Tous les appareils de commande étaient groupés pour faciliter la simultanéité des trois mouvements et pour restreindre le personnel nécessaire aux manœuvres, de sorte que trois hommes placés sur une plate-forme spéciale suffisaient amplement.

Le montage de la partie métallique a été fait sur cintre, avec le concours de la passerelle de service et de la grue de montage. Les pièces étaient prises sur le chantier de dépôt, situé sur la rive gauche, et on avait eu soin, avant de les y transporter, de réaliser, à l'usine même, tous les assemblages qui pouvaient être faits sans gêner le montage à pied-d'œuvre.

On a commencé à placer les coussinets en fonte des retombées et les rotules servant de support aux arcs, puis on a attelé successivement tous les tronçons et on les a rivés entre eux une fois le réglage terminé.

Les arcs établis, on a établi successivement leurs contreventements, les montants verticaux, les longerons, les pièces de pont, et enfin on a effectué la pose des tôles embouties.

La moitié du pont amont ayant été construite, on a ripé les cintres pour construire l'autre moitié.

Le ripage s'est effectué très facilement : l'échafaudage reposait sur les basses palées par l'intermédiaire de coins qui ont été remplacés par des rouleaux en bois, et le déplacement a été obtenu à l'aide de forts palans, amarrés à l'aval des basses palées et de l'échafaudage, dont les garants de retour s'enroulaient sur des treuils placés sur le chemin de roulement au-dessus de chaque palée. La manœuvre n'a duré que quelques heures et a parfaitement réussi.

Épreuves par poids mort. — Les épreuves du pont ont été faites conformément à la circulaire du 9 juillet 1877. On a chargé successivement chaque travée d'abord sur la moitié de sa portée, puis sur sa longueur totale, et ensuite sur l'autre moitié, à raison de 300 kilogrammes par mètre carré de tablier, et, pour chaque opération, on a relevé les déformations par des nivellements de précision.

Les résultats constatés sont indiqués dans le tableau suivant :

Désignation des travées	Variation de température	Rein gauche	Clef	Rein droit	Observations
	degrés	millim.	millim.	millim.	
1° Travée de rive gauche.					
La moitié gauche chargée.	— 2	— 13,1	— 7,4	+ 4,8	28 h. après le chargement.
L'arche totale chargée. .	— 4	— 14,8	— 21,0	— 13,6	—
La moitié droite chargée.	— 3	— 1,0	— 16,5	— 20,3	20 heures —
2° Travée centrale.					
La moitié gauche chargée.	— 1	— 22,9	— 13,6	+ 3,0	22 h. après le chargement.
L'arche totale chargée. .	— 1	— 22,1	— 25,7	— 18,3	—
La moitié droite chargée.	— 1	— 4,8	— 20,3	— 29,0	—
3° Travée de rive droite.					
La moitié gauche chargée.	— 2	— 13,5	— 3,7	+ 10,6	24 h. après le chargement.
L'arche totale chargée. .	— 3	— 15,6	— 21,1	— 17,8	—
La moitié droite chargée.	— 3	— 1,5	— 18,2	— 27,1	—

Dans le tableau qui précède, on n'a pas fait les corrections relatives à la température qui eussent amélioré les résultats constatés, car une variation de température de 1 degré entraîne une variation de flèche à la clef de 2 millimètres, d'après les expériences directes qui ont été faites.

Épreuves par poids roulants. — Les épreuves par poids roulants on consisté à faire circuler, puis stationner successivement pendant une demi-heure sur chaque arche, douze voitures à deux roues, attelées de cinq chevaux et pesant chacune 11 tonnes.

1° Les voitures ont franchi d'abord le pont sur quatre files marchant de front et en masse serrée;

2° Elles sont revenues dans le même ordre, en stationnant une demi-heure sur chaque travée.

Les abaissements ou relèvements ont été observés à l'aide de tiges porte-crayons fixées aux semelles des arcs et pouvant coulisser sur une planchette fixée sur les basses palées (les cintres avaient été démolis avant les épreuves, par suite de la nécessité d'obstruer le moins longtemps possible la navigation).

Digitized by Google

Le tableau suivant donne l'amplitude moyenne des oscillations observées au-dessous et au-dessus de la position initiale des arcs :

Désignation des travées	Amplitude moyenne des oscillations au reins +	au reins −	à la clef +	à la clef −
	millim.	millim.	millim.	millim.
Travées de rives (semblables).				
1re épreuve	1,6	4,8	1,2	5,2
2e épreuve	2,0	4,8	1,0	4,0
Travée centrale.				
1re épreuve	2,2	5,5	1,5	5,5
2e épreuve	1,0	4,0	1,0	4,5

Il résulte de ce tableau que l'amplitude totale des oscillations n'a pas dépassé 6mm 8 pour les arches de rives et 7mm 7 pour l'arche centrale.

Enfin, on doit tenir compte que les résultats obtenus, tant pour les épreuves par poids morts que pour celles par poids roulants, auraient été améliorés si les clavettes posées sur les coussinets des retombées eussent été serrées, ce qui aurait réalisé en partie l'encastrement des arcs.

Renseignements généraux. — Quoique les travaux ne soient pas encore complètement réglés, on prévoit que la dépense totale ne s'éloignera pas sensiblement du chiffre de 1 900 000 francs, qui a été prévu, et qu'elle se répartira ainsi qu'il suit :

Maçonneries, pavages en bois et dallages bitumés. . Fr.	900.000	»
Construction métallique	966.000	»
Dépenses diverses	34.000	»
SOMME ÉGALE	1.900.000	»

Pour la construction métallique proprement dite, la dépense par mètre superficiel en place ressortira à 247 francs ; le poids du métal correspondant est de 612 kilogr. Ce poids se réduirait à 525 kilogr. si on faisait abstraction des fontes décoratives et de celles formant les appuis des arcs et des longerons.

Le projet a été dressé par M. Clavenad, Ingénieur des Ponts et Chaussées, le savant directeur des travaux de la Ville de Lyon, avec la collaboration de M. Fabrègue, conducteur des Ponts et Chaussées, chef du service des Ponts de la Ville, et de M. L.-C. Boileau fils, architecte à Paris, pour la partie décorative.

Sous sa direction, les travaux ont été conduits par M. Fabrègue, surveillés par MM. Tardy, conducteur municipal, et Fanton, piqueur ; exécutés par M. Claret, entrepreneur à Lyon, pour les fondations et les maçonneries en général, et par MM. Moisant, Laurent, Savey et Cie, constructeurs à Paris, pour ce qui concerne la partie métallique.

MAX DE NANSOUTY.

MÉTALLURGIE

NOTE SUR LES RÉSISTANCES A LA TRACTION
allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer.

(Suite .)

Dans la première partie de cette étude, nous avons passé en revue les livraisons faites pendant une période de trois ans à une Compagnie de chemin de fer par la même Société métallurgique en bandages d'acier pour machines et tenders ; il en résulte que la qualité du métal peut être caractérisée par une constante R + S, résistance à la rupture plus striction, avec un minimum de R. La résistance à la rupture peut varier de 12 kilogr., de 50 kilogr. à 62 kilogr., tout en donnant un bon métal de résistance suffisante aux chocs, avec bon emploi.

Dans le même ordre d'idées, nous allons suivre des livraisons analogues, faites à une autre Compagnie de chemins de fer, de bandages en acier par diverses Sociétés industrielles. Nous désignerons ces Sociétés sous les lettres successives de l'alphabet.

I. — Bandages de locomotives et tenders.

Conditions du cahier des charges :
1re qualité, R = 70 kilogr., A = 15 %, S = 30 %.

Usines	Séries de dureté suivant R	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
	kg.	Kg.	kg.	%	%					
A	77-79	44,9	77,5	15,7	35,0	93,2	112,5	60,6	79,9	2

2e qualité. — Cahier des charges :
R = 65 à 70 kilogr., A = 18 à 16 %, S = 40 %.

Usines	Séries de dureté suivant R	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
	kg.	kg.	kg.	%	%					
B.	65-67	37,1	65,2	17,2	52,8	82,4	118,0	54,3	89,9	2
	67-69	39,3	68,0	16,2	39,6	84,2	118,0	55,5	78,9	9
	69-71	39,5	69,7	15,8	35,6	85,5	107,6	55,3	75,1	9
	71-73	34,8	72,3	15,5	26,2	87,8	98,5	50,3	61,0	1
Variations.	66-70	+2,4	+4,5	−1,4	−17,2	3,1	10,4	1,0	14,8	»

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 16, p. 259.

Usines	Séries de dureté suivant R	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
	kg.	kg.	kg.	%	%					
A.	65-67	36,9	65,9	19,0	50,2	85,9	116,1	55,9	87,1	12
	67-69	35,6	68,1	18,5	45,9	86,6	114,0	54,1	81,5	26
	69-71	37,8	69,6	18,4	41,3	88,0	110,9	56,2	79,1	11
	71-73	41,0	72,1	17,5	38,8	89,6	110,9	58,5	79,8	5
	73-75	41,8	74,7	15,3	35,9	90,0	110,6	57,1	77,7	1
Variations.	66-74	+4,9	+8,8	−3,7	−14,3	4,1	5,5	1,2	9,4	»
C.	65-67	41,6	66,0	18,6	53,2	84,6	119,2	60,2	94,8	3
	67-69	42,1	67,9	18,2	50,8	86,1	118,7	60,3	92,9	13
	69-71	44,8	69,6	18,2	50,7	87,8	120,3	63,0	95,5	6
	71-73	44,8	72,5	15,9	49,9	88,4	122,4	60,8	94,8	4
Variations.	66-72	+3,3	+6,5	−2,7	−3,3	3,8	3,2	0,6	0,0	»
D	65-67	36,9	66,0	18,4	48,3	84,4	114,3	55,3	85,2	2
	67-69	35,3	69,0	18,8	38,3	87,8	107,3	54,1	73,6	1
	69-71	37,4	70,1	17,5	37,2	87,6	107,3	54,9	74,6	3
	71-73	40,8	71,7	18,8	36,5	90,5	108,2	59,6	77,3	1
Variations.	66-72	+3,9	+5,7	0,4	11,8	6,4	6,1	4,3	7,9	»

II. — Bandages pour voitures et wagons.

Conditions imposées : R = 60 kilogr., A = 18 %, S = 40 %.

Usines	Degrés de dureté	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
	kg.	kg.	kg.	%	%					
A.	61-63	34,7	62,0	19,8	44,9	81,8	106,9	54,5	79,6	3
	63-65	34,7	63,5	17,8	45,0	81,3	108,5	52,5	79,7	1
	65-67	34,5	66,1	18,3	38,2	84,4	104,3	52,8	72,7	2
	67-69	35,1	67,6	15,6	49,3	83,2	116,9	50,7	84,4	3
Variations.	62-68	+0,4	+5,6	−4,2	−6,7	1,4	10,0	3,8	4,8	»
C.	61-63	37,8	61,9	18,5	51,8	80,4	113,7	56,3	89,6	»

Si on réunit l'ensemble des livraisons pour bandages de machines des divers établissements métallurgiques, on obtient le tableau suivant :

Classement par ordre de dureté	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
kilogr.	kg.	kg.	%	%					
De 65 à 67	37,9	65,8	18,3	51,1	84,1	116,9	56,2	89,0	19
67 69	35,6	68,3	17,9	43,7	86,2	112,0	53,5	79,3	49
69 71	39,9	69,8	17,5	41,2	87,3	111,0	57,4	81,1	29
71 73	40,4	72,2	16,9	37,9	89,1	110,1	57,3	78,3	11
73 75	41,8	74,7	15,3	35,9	90,0	110,6	57,1	77,7	2
75 77	»	»	»	»	»	»	»	»	»
77 79	44,9	77,5	15,7	35,0	93,2	112,5	60,6	79,9	2
Variations.	+12,0	+11,7	−2,6	−16,1	9,1	4,4	4,4	9,1	»

La nature du métal exigée pour ces bandages est toute différente de celle étudiée à l'article précédent ; la dureté de cette dernière était précisée par une résistance de rupture de 50 à 60 kilogr., tandis que la dureté du métal actuel s'élève de 65 à 79 kilogr. pour la valeur de R.

D'autre part, le nombre des essais de la présente étude est beaucoup moins élevé que celui de la précédente ; les livraisons s'étendent à trois usines au lieu d'une seule, et le métal varie un peu suivant les usines. Dans ces conditions, les résultats concernant la constante de R + S se présentent d'une façon un peu moins précise que précédemment, cependant ils doivent être pris en sérieuse considération.

R + S dans le tableau résumé varie peu de 110 à 115 avec moyenne se rapprochant de 112 ; E + A est également sensiblement constant avec valeur moitié environ de celle de R + S. Cette dernière constante varie surtout suivant chaque usine de production, donnant ainsi une spécification précise de la qualité spéciale de chaque usine qui varie toujours un peu suivant la nature première des matières employées et la formule de travail.

Essieux en acier. — La Compagnie de chemin de fer que nous avons précédemment signalée comme ayant fait des essais de longue haleine sur des bandages en acier livrés par une même usine pour résistance à la rupture, résistance élastique, allongement et striction, a poursuivi des essais analogues sur des essieux en acier fabriqués par diverses usines. En voici les résultats :

1° Essieux droits pour locomotives et tenders (usine E).

Livraisons de décembre 1888 à novembre 1889.

Epreuves au choc. — Un mouton de 1 000 kilogr. tombant de 10 mètres et produisant 10 000 kgm, avec points d'appui écartés de 1m 560, doit donner, sans rupture, deux plis et deux redressements avec trois coups en moyenne pour chaque pli et redressement. A chaque pli, l'allongement de la fibre extrême doit être sur 0m 50 de 9 % correspondant à une flèche totale de 0m 25 environ.

Epreuves de traction. — Les barreaux sont pris à 10 centimètres environ de la section de rupture au choc ; ils ont 200 millimètres de long, 20 millimètres de diamètre. Les conditions du cahier des charges sont :

R = 50 kilogr. avec tolérances — 3 et + 5 ;
A = 16 % avec tolérance — 3 ;
R + A = au minimum 66.

Digitized by Google

Les résultats sont :

Date des essais	Nombre des barreaux	E	R	A	S	R + A	Nature de la cassure
		kilogr.	kilogr.	%	%		
Décembre 1888. .	3	33,7	57,4	20	43,3	77,4	Cuvette.
Janvier 1889. . .	3	26,0	52,1	16,3	46,6	68,4	—
Mars . . — . .	9	31,2	51,2	14,8	36,3	66	Grain et nerf.
Avril . . — . .	4	33,2	49,8	18,7	51,1	68,5	—
— — . .	3	39,7	53,5	16,2	50,1	69,7	Cuvette.
Mai — . .	3	30,4	49,6	18,6	56,3	68,3	—
Juillet — . .	3	27,2	50,1	19,2	50,4	69,2	—
Août — . .	3	28,5	50,0	20,5	52,1	70,5	—
Septembre 1889.	3	28,3	50,3	16,5	48,8	66,8	—
Octobre — .	6	29,6	51,3	21,4	48,7	72,7	—

Le classement par séries de dureté progressive d'après l'effort de de rupture donne :

Séries de dureté	E	R	A	S	R + A	R + S	E + A	E + S	Nombre des essais
kilogr.	kilogr.	kilogr.							
De 49 à 51	29,5	50,0	18,7	51,7	68,7	101,7	48,2	81,2	16
51 53	27,8	51,7	18,9	47,7	70,6	99,4	46,7	75,5	9
53 55	39,7	53,5	16,2	50,1	69,7	103,6	55,9	89,8	3
55 57	»	»	»	»	»	»	»	»	»
57 59	33,7	57,4	20,0	43,3	77,4	100,7	53,7	77,0	3
Variations.	+4,2	+7,4	+1,3	−8,4	+8,7	−1,0	+5,5	−4,2	»

R + S paraît seul sensiblement constant et au voisinage de 101. Les variations en limites élastiques sont moitié de celles en efforts de rupture. Les variations en allongement sont presque nulles ; celles en striction sont de même ordre que de R et en sens inverse, ce qui assure la constance de R + S.

Mêmes essieux pour locomotives et tender (usine C).

Livraisons de mars 1885 à janvier 1890.

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S	Nature de la cassure
		kilogr.	kilogr.	%	%	
Mars 1885 . . .	12	29,0	51,9	18,8	49,9	Nerf cuvette.
Août 1886 . . .	4	34,2	57,7	20,1	56,7	—
Décembre 1886.	2	33,7	56,5	19,8	54,0	—
Février 1887 . .	2	31,6	57,9	16,7	55,5	—
Avril 1887 . . .	2	34,8	67,0	16,3	38,6	Un peu de grain.
Juin — . . .	2	35,0	58,3	20,5	50,5	Nerf cuvette.
— — . . .	2	35,6	56,1	20,5	62,8	—
Juillet — . . .	2	31,8	58,7	16,8	49,1	—
Août — . . .	2	31,9	60,8	17,5	42,0	—
— — . . .	2	32,3	59,1	23,5	47,5	—
Octobre 1887. .	2	27,1	54,5	21,7	53,0	—
Décembre — . .	2	29,4	57,9	20,5	47,9	—
Janvier 1888. .	2	31,6	58,7	24,0	52,5	—

Classement par séries de dureté.

Séries de dureté	E	R	A	S	R + A	R + S	E + A	E + S	Nombre des essais
kilogr.	kilogr.	kilogr.	%	%	%				
De 51 à 53	29,0	51,9	18,8	49,9	70,7	101,8	47,8	78,9	12
53 55	27,1	54,5	21,7	53,0	76,2	107,5	48,8	80,1	2
55 57	35,6	56,1	20,5	62,8	76,6	118,9	56,1	99,4	2
57 59	32,8	58,2	19,8	54,1	78,0	112,3	52,6	86,9	12
59 61	32,1	60,0	20,5	44,7	80,5	104,7	52,6	76,8	4
61 63	»	»	»	»	»	»	»	»	»
63 65	»	»	»	»	»	»	»	»	»
65 67	34,8	67,0	16,2	38,6	83,3	105,6	51,1	73,4	2

Fabrication très inégale et à époques éloignées, d'où il est difficile de tirer aucune conclusion.

2° Essieux en acier pour voitures et wagons (usine H).

Conditions du cahier des charges :

R = 45 à 55 kilogr. ;
A = 20 % minimum ;
R + A = 70 au moins.

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S	Nature de la cassure
		kilogr.	kilogr.	%	%	
Juillet 1888. . . .	3	32,7	54,5	25,3	58,4	Nerf cuvette.
—	6	30,3	53,6	23,0	56,4	—
—	6	30,1	52,6	24,1	57,9	—
Août.	6	30,3	52,1	23,1	55,6	—
Septembre 1888. . .	6	29,7	53,8	22,0	56,4	—
— — . .	6	30,9	51,6	23,2	56,1	—
Octobre — . .	12	27,2	50,8	23,2	57,9	—
— — . .	6	25,9	49,8	25,3	53,3	—
Décembre — . .	9	27,7	50,6	24,3	55,7	—
Janvier 1889. . . .	12	27,5	49,6	25,1	59,5	—
Février —	6	26,8	49,8	23,6	57,6	—
— —	6	23,9	46,9	24,9	60,3	—
— —	6	25,4	49,1	22,4	56,7	—
Avril —	18	26,6	49,9	23,3	56,5	—
Mai —	6	28,8	48,6	24,8	55,7	—
Juin —	18	28,4	50,6	23,6	55,2	—
— —	6	27,1	49,6	24,8	55,6	—
— —	6	27,0	48,5	23,3	55,5	—

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S	Nature de la cassure
		kilogr.	kilogr.	%	%	
Juillet —	9	28,2	50,2	24,1	53,7	Nerf cuvette.
— —	6	28,5	51,1	23,2	54,9	—
— —	6	27,6	50,4	23,8	57,7	—
— —	3	31,1	51,4	25,2	58,8	—
Août 1889	6	30,6	53,0	23,8	56,2	—
— —	9	28,5	49,8	23,6	57,4	—
— —	6	26,8	49,7	24,3	56,5	—
— —	6	28,1	51,3	23,0	56,2	—
Septembre 1889. . .	3	30,4	53,5	24,3	56,2	—
— — . .	3	30,4	52,9	24,0	56,0	—
— — . .	3	27,4	51,4	22,2	55,6	—
— — . .	6	26,5	50,5	21,7	53,0	—
Octobre — . .	9	28,7	52,0	23,1	52,3	—
Novembre — . .	6	29,0	52,9	23,3	55,2	—
Décembre — . .	9	27,0	49,8	23,7	55,2	—
— — . .	9	27,0	50,4	21,5	55,0	—
Janvier 1890	12	25,3	48,1	25,2	56,2	—
Février —	18	25,8	47,3	25,4	58,0	—
Mars —	9	23,8	47,0	25,2	58,0	—
— —	6	27,7	50,6	23,6	56,5	—
— —	9	28,0	47,7	25,6	58,1	—
Avril —	3	24,1	45,1	25,7	58,3	—
— —	3	27,2	49,8	24,3	59,7	—
Juin —	12	26,0	46,0	25,8	57,8	—
— —	3	27,7	51,0	22,2	55,7	—

Cette fabrication est d'une régularité remarquable. Le classement des essais par séries de dureté est le suivant :

Séries de dureté	E	R	A	S	R + A	R + S	E + A	E + S	Nombre des essais
kg. kg.	kg.	kg.	%	%					
De 45 à 47	24,4	46,2	25,4	58,6	71,6	104,8	49,8	83 »	30
47 49	27 »	48 »	24,9	56,7	72,9	104,7	51,9	83,7	51
49 51	27,2	50,1	23,6	56,1	73,7	106,2	50,8	83,3	162
51 53	29,5	51,9	24,4	55,9	75,3	107,8	52,9	85,4	57
53 55	30,7	53,7	23,7	56,7	77,4	110,4	54,4	87,4	24
Variations	+6,3	+7,5	−1,7	−1,9	+5,8	+5,6	+4,6	4,4	»

Mêmes essieux en acier pour voitures et wagons (usine K).

Fabrication au Martin Siemens comme pour les autres usines A, B, C, D, H.

Conditions du cahier des charges :

R = 45 à 50 kilogr.
A = 25 % à 20 %.

Livraisons d'août 1887 à juillet 1890.

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S	Nature de la cassure
		kg.	kg.	%	%	
Août 1887. . . .	3	28 »	50,6	23 »	48,7	Nerf cuvette
Décembre	15	26,6	51,4	25 »	54,2	—
Décembre	6	24,7	47,2	27,7	58 »	—
Décembre	3	29,7	52,3	25,5	53,5	—
Février 1888. . .	27	25,1	48,4	21,7	55,8	—
Avril	6	24,7	49,7	23 »	52,2	—
Avril	3	24,1	48,5	25 »	56,7	—
Juin	12	23,3	47,2	24,9	55 »	—
Septembre 1889 .	15	24,1	48,7	25,3	53,2	—
Septembre. . . .	6	24 »	47,9	26,2	53 »	—
Novembre. . . .	3	24,7	52,1	22,8	43,2	—
Novembre. . . .	3	24,8	52,8	23,7	45,5	—
Décembre	3	23,9	47,8	27,3	53 »	—
Décembre	12	23,5	47,5	26,4	53,6	—
Janvier 1890 . .	9	25 »	52,3	24 »	50,4	—
Janvier	12	24,1	49,5	24,1	49,1	—
Mars	9	23,5	51,8	22,7	44,4	—
Mars	12	23,5	47,9	25,6	56 »	—
Mars	3	24,8	50,8	24,8	52,3	—
Avril	6	23,7	47,1	25,7	53 »	—
Avril	15	23,4	45,5	26,4	57,3	—
Mai.	12	23,2	46,5	25,6	56,3	—
Mai.	3	23,5	47,6	26,7	57,3	—
Juin	18	22,4	44,9	26,3	59,2	—
Juillet	18	23,5	46,3	25 »	56,8	—

Classement par séries de dureté.

Duretés	E	R	A	S	R + A	R + S	E + A	E + S	Nombre des essais
kg. kg.	kg.	kg.	%	%					
De 43 à 45	22,4	44,9	26,3	59,2	71,2	104,1	48,7	81,6	18
45 47	23,4	46,1	25,7	56,8	71,8	102,9	49,1	80,2	45
47 49	23,9	47,8	25,9	54,9	73,7	102,7	49,8	78,8	105
49 51	25,4	50,1	23,7	50,3	73,8	100,4	49,1	75,7	24
51 53	25,7	52,1	23,9	48,5	76 »	100,6	49,6	74,2	41
Variations.	+3,3	+7,2	−2,6	−11,7	+4,8	−3,5	+0,9	−7,4	»

Le E + A est sensiblement constant, et si on excepte la série la plus douce, il en est de même du R + S.

Digitized by Google

Digitized by Google

Clavenad
Ingénieur des Ponts et Chaussées
Directeur des travaux de la Ville de Lyon

VILLE DE LYON __ PON

MM. Moisant, Laurent, Se

Echelle

Elévation d'une Arche de rive

Coupe longitudinale de l'Arche centrale __ Retombée

Echelle de 1/50

Raccord du tympan sur

Echelle de 1/50

Long^e principal 1 ame 500x7
4 corn. 70x70/7
500
935 984 983
650 2,980 2,980
4 Corn. 80x80/8
2 Four. 170x7
1 Ame 220x7
4 Corn. 80x80/8
2 Ames 190x7
1 Ame 250x7
4 Corn. 85x85/8
2 Four. 180x7
1 Ame 220x7
650 Demi corde 34,250
2 Semelles 500x10 Corn. 85x85/8
Goussets de 10
Nervure centle 4 Corn. 80x80/8
Ames 130x7
Corn. 80x80/8
fourrures 180x8
Couvre joint 320x10
Centre^t 4 140x60/8
1500
B
Rotule

Section d'un arc intérieur à la clef
1 Ame de 10 m/m (hauteur variable)
4 Cornières 90x90
3 Semelles 500x10 (Supérieures)
3 d° 500x10 (inférieures)

Echafaudage.

Coupe suivant CD indiquant la Grue de montage.

Ech. de 0,002 p. mètre

Ensemble de l'échafaudage de montage *Ech. de 0,002 p. mètre.*

62,50
650

Digitized by Google

DU MIDI SUR LE RHÔNE

vey et C^ie Constructeurs à Paris

le 0,005 p. mètre

L.C. Boileau, fils
Architecte à Paris

Vue extérieure

4.480

62.50

Coupe transversale suivant AB.

Echelle de 1/50

d'axe en axe 20,070

l'arc

3 Semelles 500x10

Poutrelle I 250x110 / 8

2 Corn. 100x80 / 9

Gousset de 7

Langeron int^r âme 310x7
4 C. 60x60 / 6

Toles embouties de 9^mm

Pièce de pont âme 320x7
4 Corn. 70x70 / 7

2,150 — 2.680 — 2.680 — 2.680

2 Corn. 70x70 / 7

2 Corn. 70x70 / 7

2 Corn. 80x80 / 8

1 Corn. 70x70 / 7

2 Corn. 80x80 / 8

⌴ 173x60 / 8

⌴ 140x50 / 8

5.00

C

68.50

62.50

850

D

Digitized by Google

Digitized by Google

Mêmes essieux pour voitures et wagons (Usine L).

Livraisons de septembre 1887 à mai 1889.

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S	Nature de la cassure
		kg.	kg.			
Septembre 1887. .	2	22,7	50,3	23,3	50,7	Nerf cuvette
Septembre. . . .	6	25,6	50,9	20,9	36,6	—
Septembre. . . .	4	24 »	48,7	22,7	39 »	—
Juillet 1888 . . .	4	24,8	50,6	23,4	49,8	—
Août	9	24,5	50,6	22,6	48,4	—
Septembre. . . .	9	25,3	52,6	23,2	50,4	—
Septembre. . . .	6	26,2	51,3	22,3	51,1	—
Septembre. . . .	6	25 »	48,3	23,1	55,4	—
Septembre. . . .	12	26,1	52,5	20,9	53,8	—
Septembre. . . .	12	25,4	50,4	23,2	55,1	—
Décembre	21	26,6	53,6	21,9	51,8	—
Décembre	6	27,9	54,6	21,4	51,3	—
Janvier 1889. . .	6	27,6	53,6	22,2	47 »	—
Janvier	6	25,5	51,9	23,2	47 »	—
Janvier	3	29,1	54,9	21,4	39,9	—
Mai.	3	22,3	47,1	32,5	56,3	—

Classement par séries de dureté.

Duretés	E	R	A	S	R + A	R + S	E + A	E + S	Nombre des essais
kg. kg.									
De 47 à 49	23,8	48 »	26,1	50,2	74,1	98,2	49,9	74 »	13
49 51	24,6	50,5	22,7	48,1	73,2	98,6	47,3	72,7	33
51 53	25,8	52,1	22,4	50,6	73,5	102,1	48,2	76,4	33
53 55	27,8	54,2	21,7	47,5	75,9	101,3	49,5	75,3	36
Variations.	+40	+6,2	−4,4	−2,7	+1,8	+3,5	−0,4	+1,3	»

Mêmes essieux pour voitures et wagons (usine A).

Conditions : R = 45 kilogr. à 55 kilogr. A = 20. R + A = 70.

Livraisons de juillet 1888 à septembre 1889.

Date des essais	Nombre de barreaux	E	R	A	S
		kilogr.	kilogr.	%	%
Juillet 1888	6	34,4	42,1	21,8	75,4
Août. . . .	24	34,1	49,5	18,4	67,5
—	6	37,2	53,0	16,9	66,0
Septembre .	9	32,7	51,8	22,1	59,4
Octobre . .	15	31,0	52,4	21,4	50,0
Décembre .	12	32,7	52,4	22,0	59,2
— .	18	32,6	51,5	21,9	53,4
Janvier 1889	18	31,7	50,1	22,5	58,1
Février. . .	3	32,7	49 5	21,2	49,5
— . . .	3	31,8	53,8	21,0	58,8
— . . .	9	32,1	51,1	21,4	54,3
Mars. . . .	3	32,6	49,3	23,8	66,2
—	3	30,9	51,7	21,7	57,5
—	12	33,8	51,3	12,1	57,8
—	3	30,6	49,2	22,7	60,5
Mai	3	34,8	52,1	21,3	56,9
—	12	32,8	51,1	23,1	57,0
—	6	22,8	52,6	22,0	56,4
Juin	3	32,9	50,9	22,3	54,8
—	3	28,8	49,5	21,5	52,8

Strictions très élevées correspondant à un rapport élevé de $\frac{R}{E}$.

Classement par séries de dureté.

Kilogr.	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S	Nombre des essais
De 41 à 43	34,4	42,1	21,8	75,4	63,9	117,5	56,2	109,8	6
43 45	»	»	»	»	»	»	»	»	»
45 47	»	»	»	»	»	»	»	»	»
47 49	»	»	»	»	»	»	»	»	»
49 51	31,9	49,7	21,8	58,5	71,5	108,2	53,7	90,4	57
51 53	32,1	51,9	21,4	57,1	73,3	108,8	53,5	89,2	96
53 55	31,8	53,8	21,0	58,8	74,8	112,6	52,8	90,6	3
Variations.	−0,1	+4,1	−0,8	−0,3	+3,3	+4,4	−0,9	+0,2	»

La majorité des résultats est comprise entre des limites de dureté très étroites de 49 kilogr. à 53 kilogr. ; dans ces limites, les variations en E, A, S sont très faibles.

Les résultats moyens pour chaque usine sont :

Usines	Nombre des essais	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S
		Kilogr.	Kilogr.	%	%				
E	40	30,8	51,5	18,2	48,4	69,7	99,9	49,0	79,2
C	38	32,4	58,1	19,7	50,8	77,8	108,9	52,1	83,2
H	327	28,6	50,3	23,9	56,5	74,2	106,8	52,5	85,1
K	234	24.5	48,9	25,1	53,1	74,0	102,0	49,6	77,6
L	115	25,5	51,4	23,0	48,9	74,4	100,3	48,5	74,4
A	172	32,1	51,7	21,6	58,6	73,3	110,3	53,7	90,7
Moyennes .	929	29,0	52,0	21,9	52,7	73,9	104,7	51,0	81,7

Nous rappellerons que, pour les bandages en acier doux faisant l'objet du premier article, on avait constaté :

		Moyenne
R variant de . . .	51 à 59 kilogr.	55 kilogr.
E — . . .	29 33 —	31 —
A — . . .	23 19 %	21 —
S — . . .	47 39 —	43 —
R + S = . . .		98 —
E + A = . . .		52 —

Le métal pour essieux en acier est plus doux dans une mesure assez considérable et les éléments qui le caractérisent paraissent les suivants :

		Moyenne
R variant de . . .	48 à 56 kilogr.	52 kilogr.
E — . . .	27 31 —	28 —
A — . . .	24 20 %	22 —
S — . . .	56 48 %	52 —
R + S = . . .		104 —
E + A = . . .		50 —

E + A, qui dépassait la moitié de R + S dans les bandages, est un peu inférieur à cette moitié pour le métal plus doux pour essieux.

R + S aussi bien que E + A sont sensiblement constants et les écarts en dessus et en dessous, suivant chaque usine, c'est-à-dire suivant la nature des matières employées, le mode de fabrication, ne sont guère que de 4 à 5 kilogr.

Le métal à essieux, comme celui à bandages, peut être caractérisé par une constante de R + S avec un minimum de R.

Quant aux bandages d'acier spéciaux à grande résistance, les éléments qui les caractérisent sont les suivants :

		Moyenne
R variant de . . .	65 à 73 kilogr.	69 kilogr.
E — . . .	38 42 —	40 —
A — . . .	19 15 %	17 %
S — . . .	43 35 —	39 —
R + S = . . .		108
E + A = . . .		57

Le métal peut être spécifié par cette constante de R + S avec un minimum de R de 65 kilog.

Les rapports de $\frac{E}{R}$ sont :

Essieux, métal le plus doux.	48 %
Bandages relativement doux.	52 —
— à grande résistance	53 —

(A suivre.)

MUSSY,
Ingénieur en chef des Mines.

CHEMINS DE FER

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS
ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite [1]).

N° 11. Département de la Meuse. — Les deux lignes de Bar-le-Duc à Vaubecourt et de Rembercourt à Clermont, d'une longueur totale de 55km 671, ont été déclarées d'utilité publique par la loi du 3 mars 1885, et elles ont été mises en exploitation le 26 mai 1887.

D'après la loi et la convention annexée, l'on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 85 ans par un concessionnaire. Le département a fourni à ce concessionnaire une somme fixe de 631 000 francs [2], représentant 11 334 francs le kilomètre, et il s'est engagé à subvenir au paiement de l'insuffisance, déduction faite de l'intérêt à 5 % de la subvention en capital et déduction faite de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement est fixé à 83 000 francs le kilomètre. Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 95 000 francs, soit à 1 706 francs le kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 1\,800 + 0{,}3R.$$

Voyons les résultats.

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales	Kilométriques
1888. . . . . Fr.	92.074	1.654
1889.	88.324	1.587
1890.	81.300	1.460 [3]

En ce qui concerne l'Etat, il a payé le maximum de la subvention promise, 95 000 francs en totalité, ou 1 706 francs par kilomètre.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 15, p. 238; n° 16, p. 256 et n° 17, p. 283.

(2) Actuellement, la subvention en capital payée atteint 701 00) francs, 70 000 francs ayant été payés dans le courant de 1891.

(3) L'organisation d'un troisième train depuis le 1er juin 1891 a donné lieu à une forte augmentation du trafic voyageurs. Les recettes de 1891 atteindront environ 1 700 francs.

Digitized by Google

Comme le premier maximum qui sera rencontré sera le deuxième de la circulaire de 1887, $500 + \frac{m - R}{4}$ ou $2500 - \frac{R}{4}$, la subvention de l'Etat ne pourrait diminuer que si les recettes kilométriques dépassaient 3 176 francs. Elle ne deviendra nulle que pour des recettes égales à 8 500 francs, par application du premier maximum $^1/_2$ I.

A moins que les recettes n'augmentent beaucoup, en raison du troisième train organisé en 1891, il est probable que l'Etat paiera longtemps son maximum.

En ce qui concerne le département, sa part contributive s'obtient en prenant l'insuffisance totale et, en en retranchant l'intérêt à 5 °/₀ de sa subvention en capital de 631 000 francs et la subvention de l'Etat de 95 000 francs, on arrive aux résultats suivants :

	Sommes payées par le département	
	en totalité	par kilomètre
1888. . . . . Fr.	140.240,40	2.519
1889.	142.865,36	2.566
1890.	147.782,25	2.655

Comme on le voit, la subvention kilométrique du département augmente parce que les recettes diminuent ; le département a donc grand intérêt à ce que les recettes augmentent.

Sa subvention kilométrique ne deviendra nulle que lorsqu'on aura

$$R = 0{,}05\ (83\,000 - 11\,334) + 1\,800 + 0{,}3\,R$$

d'où $$R = 7\,690$$

et il est peu probable que ce résultat se produise d'ici longtemps.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a réalisé peut-être et même probablement, un certain bénéfice sur le prix de premier établissement et il en recevra toujours l'intérêt à 5 °/₀. Il sera également toujours remboursé de ses frais d'exploitation, et comme pour une recette brute kilométrique de 1 460 francs en 1890, les frais d'exploitation lui sont comptés par la formule

$$F = 1\,800 + 0{,}3\,R,$$

d'où $$F = 2\,238,$$

il réalise encore de ce chef un petit bénéfice, puisque ses frais réels d'exploitation ont été de 2 104 francs en 1890.

A-t-il avantage à développer le trafic de ses lignes pour diminuer les charges du département ?

S'il en a un, il n'est pas considérable, car pour une recette de 1 460 francs en 1890, ses frais réels d'exploitation ont été de 2 104 francs, et, par suite, son coefficient d'exploitation réel a été de 1,44.

Admettons que les recettes puissent être doublées et voyons l'intérêt du concessionnaire.

Avec la formule $F = 1\,800 + 0{,}3\,R$

l'insuffisance est donnée par la formule

$$I = 0{,}05\,A + 1\,800 - 0{,}7\,R.$$

Si les recettes doublent, elle diminuera de

$$0{,}7 \times 1\,460 \text{ francs} = 1\,022 \text{ francs},$$

et c'est cette somme que le concessionnaire recevra en moins du département.

Par suite, l'augmentation de ses frais d'exploitation pour ce supplément d'exploitation de 1 460 francs ne devra pas être supérieure à 438 francs (= 1 460 francs — 1 022 francs), et pour qu'il n'y perde pas, son nouveau coefficient d'exploitation devra être au plus égal à

$$\frac{2\,104 + 438}{2\,920} = 0{,}87.$$

Un concessionnaire peut-il réduire son coefficient d'exploitation de 1,44 à 0,87 lorsque ses recettes kilométriques passent de 1 460 à 2 920 francs ? Nous n'osons pas dire que c'est impossible, mais cela nous paraît bien difficile, à moins que l'augmentation ne soit due qu'aux voyageurs.

Il est vrai que le concessionnaire contracte chaque année des dettes importantes envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêts et ne commenceront à être remboursables que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 13 de la convention du 5 mai 1883, c'est-à-dire lorsque l'on aura

$$R = 0{,}05\ (83\,000 - 11\,334) + 1\,800 + 0{,}3\,R,$$

d'où $$R = 7\,690 \text{ francs.}$$

Malgré la longue durée de la concession, il est peu probable que ces recettes soient atteintes avant son expiration. Toutefois le remboursement commencera d'office à l'expiration de la concession, jusqu'à concurrence de la valeur des objets mobiliers, tels que matériel roulant, mobilier des gares, outillage des stations et des gares (art. 14 de la convention).

En résumé, pour une recette de 1 460 francs en 1890,

l'État a payé. . . . . Fr.	1.706	par kilomètre.
et le département	2.655	—
TOTAL. . . . . Fr.	4.361	par kilomètre.

La subvention de l'Etat ne diminuera pas d'ici longtemps, et celle du département ne fait qu'augmenter depuis 1887. Le département aurait grand intérêt à ce que les recettes augmentassent, mais le concessionnaire n'en a aucun.

N° 12. Département de l'Yonne (ligne de Laroche à l'Isle-sur-Serein). — Cette ligne, d'une longueur de 74ᵏⁱˡ9, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 17 janvier 1885, et a été mise en exploitation le 15 octobre 1887.

D'après la loi et la convention annexée, le concessionnaire a été chargé de construire la ligne et de l'exploiter pendant 99 ans, et le département s'est engagé à subvenir au paiement intégral de l'insuffisance tant à l'aide de ses ressources propres ou des subventions communales ou particulières, qu'à l'aide de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement est fixé à 70 000 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 70 000 francs, soit à 934 fr. 60 par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2\,000 + \frac{R}{3}.$$

Voyons les résultats.

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales	Kilométriques
1888 . . . . . Fr.	180.550	2.411
1889	146.678	1.958
1890	144.883	1.934 (1)

En ce qui concerne l'Etat, il a jusqu'à présent payé le maximum fixé et il le paiera encore longtemps. En effet, si l'on fait le graphique indiqué par la circulaire de 1887, l'on voit que le premier maximum qui sera rencontré sera $^1/_2$ I.

Or $$I = 0{,}05\,A + F - R$$

et avec les données $$I = 5\,500 - \frac{2}{3}R$$

d'où $$^1/_2\,I = 2\,750 - \frac{R}{3}.$$

La subvention de l'Etat diminuera seulement pour une recette supérieure à celle que l'on tire de l'équation suivante :

$$934{,}60 = 2\,750 - \frac{R}{3}$$

d'où $$R = 5\,436 \text{ francs.}$$

Elle ne deviendra nulle que lorsque les recettes atteindront 8 250 fr.

Il s'écoulera, sans doute, bien des années avant que ce chiffre de recettes kilométriques soit atteint.

En ce qui concerne la subvention du département, elle s'obtient en calculant l'insuffisance pour la ligne entière et en en retranchant la subvention de l'Etat (70 000 francs).

Par suite, le département et les communes ont payé :

	En totalité (Nombres ronds)	Par kilomètre
Pour 1888 . . . . . Fr.	222.000	2.958
1889	243.000	3.248
1890	245.500	3.278

Comme les recettes n'augmentent pas rapidement, il est probable que le département paiera longtemps des sommes à peu près égales à celles qu'il a payées en 1890. La subvention du département ne deviendra nulle qu'en même temps que celle de l'Etat, lorsque les recettes atteindront 8 250 francs.

Quant au concessionnaire, il a certainement réalisé un assez gros bénéfice sur les dépenses de premier établissement et il en reçoit les intérêts à 5 °/₀. Il ne perd pas sur ses frais d'exploitation, car ces frais sont fixés par la formule $F = 2\,000 + \frac{R}{3}$, ce qui donne pour une recette de 2 000 francs en nombre rond

$$F = 2\,666 \text{ francs}$$

et d'après les renseignements qui nous ont été fournis, il réalise encore de ce chef un bénéfice assez sérieux.

A-t-il intérêt à développer le trafic? Actuellement son coefficient d'exploitation, en supposant la formule exacte, est égal à

$$\frac{2\,666}{2\,000} = 1{,}33.$$

Si les recettes doublaient et passaient de 2 000 à 4 000 francs, il ne conserverait que le tiers de l'augmentation, et pour qu'il n'y perde pas, son nouveau coefficient devrait être au plus égal à

$$\frac{2\,666 + 666}{4\,000} = 0{,}83.$$

Le coefficient d'exploitation peut-il baisser de 1,33 à 0,83 lorsque les recettes montent de 2 000 à 4 000 francs ? Ce n'est pas probable, et ce ne serait possible que si l'augmentation provenait uniquement des voyageurs.

Il est vrai que le concessionnaire contracte chaque année des dettes importantes envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêts et le remboursement ne commencera que par application de l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, quand on aura

$$R = 0{,}06 \times 70\,000 + 2\,000 + \frac{R}{3}$$

d'où $$R = 9\,300.$$

(1) En 1891, les recettes paraissent devoir atteindre 2 230 francs.

Digitized by Google

Comme les recettes n'augmentent pas rapidement, il est peu probable que ce résultat arrive avant la fin de la concession.

En résumé, en 1890, pour une recette de 1 934 fr. par kilomètre,

L'Etat a payé.	Fr.	934 60
Et le département		3.278 »
TOTAL.	Fr.	4.212,60

L'Etat continuera longtemps à payer la même somme. Le département a tout intérêt à ce que le trafic se développe, mais le concessionnaire n'en a aucun immédiatement.

N° 13. Département de la Somme. — Le réseau de la Somme a été déclaré d'utilité publique par la loi du 17 janvier 1885 ; il comprenait 292 kilomètres environ, avec maximum de 300 kilomètres. Différentes lignes et sections ont été successivement livrées à l'exploitation depuis 1887.

A la fin de l'année 1890, le réseau exploité comprenait 181 kilomètres. D'après la loi et la convention annexée, l'on a suivi le système primitif de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation, pour une période de 99 ans, par un concessionnaire, avec garantie d'intérêt. Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance, déduction faite de la subvention de l'Etat. Cependant, d'après l'article 6 de la convention, le département ne doit jamais payer annuellement plus de 300 000 francs.

Si sa part contributive dépasse cette somme, il sera fait état du surplus des insuffisances et le département en paiera l'intérêt à 4 % au concessionnaire ; il le lui remboursera, lorsque sa part deviendra inférieure à 300 000 francs.

Le capital de premier établissement est fixé à 64 000 francs le kilomètre. Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 300 000 francs.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2000 + 0{,}3\,R.$$

Voyons les résultats :

	Longueurs des lignes exploitées	Recettes kilométriques en 1888	en 1889	en 1890
	Kilomètres	Francs	Francs	Francs
Noyelles au Crotoy.	7	2.300	2.300	2.800
Saint-Valérie à Cayeux . . .	12	2.200	2.200	2.500
Doullens à Beauquesne . . .	13	»	18.200	20.000
Albert à Ham	76	»	»	1.700
Albert à Montdidier	53	»	»	1.200
Offoy-Voyennes à Erchen . .	20	»	»	1.200
	181	Moyennes. . .		2.898

Si l'on ne tient pas compte de la dernière ligne, qui n'a été exploitée que pendant 171 jours en 1890, on trouve que, sur un réseau de 161 kilomètres, les recettes ont été de 499 840 francs en totalité, soit en moyenne par kilomètre de 3 104 fr. 60.

Or l'insuffisance est donnée par la formule

$$I = 0{,}05\,A + F - R$$

ou

$$I = 5200 - 0{,}7\,R$$

En faisant

$$R = 3104{,}6,$$

on a

$$I = 3026{,}78.$$

L'Etat et le département en paient chacun la moitié, soit 1 513 fr. 39. En 1890 et en tenant compte de l'exploitation partielle de la dernière ligne, ils ont payé chacun la somme considérable de 262 813 francs, soit 525 626 francs en totalité.

Bien que le réseau de 300 kilomètres soit loin d'être terminé, la subvention de l'Etat atteint presque son maximum. Si les nouvelles lignes ne sont pas plus productives que les anciennes, il en résultera que la subvention de l'Etat ne pouvant dépasser 300 000 francs, la part du département dépassera cette somme, et elle augmentera avec d'autant plus de rapidité que le département s'est engagé à parfaire la totalité de l'insuffisance. Si, par exemple, l'insuffisance totale atteint 650 000 francs, l'Etat ne paiera que 300 000 francs et le département devra 350 000 francs. On appliquera sans doute l'article 6 de la convention, qui fixe à 300 000 francs la somme annuelle à payer par le département, mais ce dernier paiera chaque année l'intérêt du surplus, et il est à craindre que sa dette ne s'augmente assez rapidement et dans d'assez fortes proportions.

Quand le réseau de 300 kilomètres sera terminé, comme le seul maximum qui soit applicable est le premier, c'est-à-dire $^1/_2\,I = 2600 - 0{,}35\,R$, les subventions annuelles de 1 000 francs par kilomètre de l'Etat et du département ne diminueront que lorsque la recette moyenne dépassera 4 571 francs, et elles ne cesseront que lorsque la recette moyenne atteindra 7 428 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a peut-être réalisé un certain bénéfice sur les prix de premier établissement, malgré ses nombreuses gares communes avec les lignes d'intérêt général.

De plus, il reçoit toujours l'intérêt à 5 % du capital forfaitaire et on lui remboursera ses frais d'exploitation, chaque année, tant que l'insuffisance totale ne dépassera pas 600 000 francs. Si elle dépasse cette somme, il recevra encore l'intérêt à 4 % des sommes qu'il pourra perdre, ce qui est encore un placement assez avantageux au taux où est actuellement l'argent.

A-t-il au moins avantage à développer le trafic de ses lignes pour diminuer la charge de l'Etat et du département ? S'il en a un, il ne peut être que très faible ; car admettons, ce qui ne doit pas être loin de la vérité, que son coefficient d'exploitation ait été égal à 1 en 1890, pour une recette de 3 000 francs, en nombre rond, c'est-à-dire que ses frais réels d'exploitation soient de 3 000 francs, et admettons qu'il fasse doubler les recettes et qu'elles atteignent 6 000 francs. Il ne touchera en plus, d'après la formule, que les $^3/_{10}$ de l'augmentation, ou $0{,}3 \times 3000$ francs $= 900$ francs.

Par suite, l'augmentation de ses frais d'exploitation pour ce supplément de trafic de 3 000 francs ne devra pas être supérieure à 900 francs et son nouveau coefficient d'exploitation devra être au plus égal à

$$\frac{3\,000 + 900}{6\,000} = \frac{3900}{6000} = 0{,}65.$$

Un concessionnaire peut-il réduire son coefficient d'exploitation de 1,00 à 0,65 lorsque les recettes passent de 3 000 à 6 000 francs ? Nous n'osons pas dire que c'est impossible, mais cela nous paraît bien difficile. Ce ne serait possible que si l'augmentation provenait des voyageurs seulement.

Nous savons, il est vrai, que la Compagnie concessionnaire a diminué considérablement ses tarifs pour certains transports jusqu'à 2 centimes ; nous savons également qu'elle s'efforce de développer le trafic, parce que chaque année elle contracte des dettes considérables envers l'Etat et le département. Elle espère même, paraît-il, arriver au remboursement avant la fin de la concession, par application de l'article 15 de la loi du 11 juin 1880. Pour cela, il faudra que l'on ait

$$R = 0{,}06 \times 64\,000 \text{ francs} + 2\,000 \text{ francs} + 0{,}3\,R$$

d'où

$$R = 8\,343 \text{ francs}.$$

Si les recettes continuaient à augmenter comme celles de la ligne de Noyelles au Crotoy de 1889 à 1890, il y aurait lieu d'espérer ce résultat. Mais bien que les autres lignes n'aient pas encore assez d'années d'existence pour donner aucune indication, il est évident que ce résultat se fera longtemps attendre.

En résumé, en 1890, pour une recette kilométrique de 3 104 francs, l'Etat et le département ont payé par kilomètre chacun 1 513 francs. Quand le réseau sera fini, l'Etat paiera sans doute longtemps son maximum 1 000 francs par kilomètre. Le département en paiera autant et probablement beaucoup plus.

N° 14. Département du Cher. — La ligne de Bourges à Dun-sur-Auron d'une longueur de 33^{km} 586 a été déclarée d'utilité publique par la loi du 20 août 1885 et elle a été mise en exploitation le premier octobre 1888.

D'après la loi et la convention annexée, on a suivi le système primitif de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 68 ans par un concessionnaire. Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance tant à l'aide de ses ressources propres, qu'à l'aide des subventions communales et particulières et de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement, primitivement fixé à 2 470 950 francs, ne s'est élevé en réalité qu'à 2 094 308 fr. 22, soit 62 356 fr. 60 par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 49 000 francs en totalité, soit à 1 459 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 1.800 \text{ francs} + \frac{R}{4},$$

avec minimum de 3 200 francs correspondant à une recette brute de 5 600 francs.

Voyons les résultats :

Les recettes ont été les suivantes :

	Totales.	Kilométriques.
1889. . . . . Fr.	63.859,72	1.901,37
1890.	66.469,27	1.979,07

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum 49 000 francs.

Le premier maximum qui sera rencontré sera $^1/_2$ I. Or on a pour des recettes inférieures à 5 600 francs,

$$I = 0{,}05\,A + F - R \qquad F = 3.200,$$

d'où

$$I = 6317.83 - R,$$

et

$$^1/_2\,I = 3158{,}91 - \frac{R}{2}.$$

La subvention kilométrique de l'Etat ne diminuera que lorsque l'on aura :

$$1.459 = 3.158{,}91 - \frac{R}{2},$$

d'où R = 3 400 francs en nombre rond.

Elle deviendra nulle pour R = 6 557 francs.

Comme les recettes n'atteignent pas 2 000 francs, il est probable que l'Etat paiera longtemps son maximum, à moins que le prolongement projeté de Dun à Laugère ne change la situation.

En ce qui concerne le département, sa charge kilométrique s'obtient en prenant l'insuffisance I et en en retranchant la subvention de l'Etat.

Pour 1889 on a :

$$I = 6.317{,}83 - 1.901{,}37 = 4.416{,}46,$$

et si on retranche la subvention de l'Etat, 1 459 francs, il reste 2 957 fr. 46 par kilomètre.

Pour 1890 on trouve 2 879 fr. 76.

En totalité, les subventions départementales se sont élevées pour 1889 à 99 346 francs,

Digitized by Google

Et pour 1890 à 98 177 francs (chiffres officiels).

Elles ne s'annuleront que pour des recettes kilométriques égales à 6 557 francs.

Le département aurait grand intérêt à ce que les recettes augmentassent, mais leur marche ascendante est bien lente.

En ce qui concerne le concessionnaire, il touche l'intérêt à 5 °/₀ de ses frais de premier établissement, sur lesquels il a sans doute réalisé un certain bénéfice. De plus, comme ses frais d'exploitation sont évalués à une somme constante (3 200 francs) tant que les recettes seront inférieures à 5 600 francs, il doit réaliser un autre bénéfice de ce chef, car pour une recette de moins de 2 000 francs, ses frais réels doivent être inférieurs à 3 200 francs.

Si le trafic augmente d'une somme quelconque, la subvention départementale diminuera juste d'autant, et comme les frais d'exploitation augmenteront toujours un peu, le concessionnaire y perdra. Il est vrai que chaque année la Compagnie contracte des dettes importantes envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêt et ne seront remboursées que lors de l'application de l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, lorsqu'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 62.356{,}6 + 1.800 + \frac{R}{4},$$

ou

$$R = 7.388 \text{ francs.}$$

Il est probable que ce résultat ne sera pas atteint d'ici longtemps.

En résumé, en 1890, pour une recette brute de 1 979 francs,

L'État a payé par kilomètre.	Fr.	1.459
Et le département		2.879
TOTAL.	Fr.	4.338

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

LOCOMOTIVE A FOYER A GRAND VOLUME D'EAU ET DE VAPEUR
accumulée avec détendeur et réchauffeur de vapeur.

(Système Léon FRANCQ et MESNARD.)

C'est un thème devenu banal que, dans notre pays, les voies dont le trafic peut être rémunérateur pour un chemin de fer à voie normale en sont dès à présent pourvues. Mais ce qui reste à faire, c'est de resserrer les mailles de notre réseau par la création de chemins de fer économiques. Aussi la construction et l'exploitation de ces derniers préoccupent-elles à juste titre nos Ingénieurs. Deux moyens, d'ailleurs connexes, permettent de réaliser un chemin de fer à bon marché : la réduction du poids du matériel roulant, et surtout celle des frais d'installation de la voie. On a été ainsi conduit à faire des chemins de fer à voie étroite, et à les placer en accotement sur des routes dont ils suivent presque toutes les sinuosités.

Ces chemins de fer ont pris, dans ces dernières années, un certain développement, qui n'est cependant pas en rapport, et à beaucoup près, avec le rôle qu'ils sont appelés à jouer.

D'autant plus que si ce rôle consiste d'abord, comme nous l'avons dit, à relier les pays, dans lesquels le trafic est peu important, aux gares des grandes lignes, il comprend aussi le service des quartiers excentriques et de la banlieue des villes populeuses, dans lesquels la circulation devient tous les jours plus intense.

La cause de cet insuccès relatif, et probablement passager, doit, croyons-nous, être cherchée dans ce fait que le problème de la traction des trains légers, sur des voies étroites, n'avait pas été jusqu'ici résolu d'une façon très satisfaisante, et cela parce que, tout en étant très simple en apparence, il est en réalité fort complexe.

Il semble en effet bien facile pour un constructeur, capable d'exécuter ces imposantes machines qui remorquent si vite, et si longtemps sans arrêts, nos lourds express, de réaliser un moteur suffisant pour traîner quelques voitures légères, à une vitesse toujours modérée, sans cesse coupée par des arrêts. Mais, si les trains sont peu chargés, les voies sont très accidentées, les rampes souvent excessives (4 et 6 centimètres par mètre), hors de comparaison en tout cas avec celles de la voie normale, de sorte que les locomotives doivent, sous un petit volume, développer une puissance très variable et quelquefois assez grande. Elles ne doivent pas non plus incommoder les habitants des rues, ni troubler la circulation des voies charretières qu'elles suivent. Il faut même voir dans les accidents auxquels elles ont parfois donné lieu la cause de la répugnance qu'elles inspirent aux populations riveraines.

En Amérique, la solution du problème a été surtout demandée à la traction électrique, et elle paraît l'avoir donnée très satisfaisante, du moins pour les tramways, si on en juge par l'essor prodigieux qu'elle a pris dans ces dernières années. Cet heureux résultat pratique pouvait d'ailleurs être prédit par la théorie.

En France, c'est presque uniquement à la vapeur qu'on a demandé la force motrice nécessaire.

Tout le monde connaît les locomotives sans foyer du système de M. L. Francq (1), qui ont le grand avantage de supprimer la fumée, mais qui ont souvent besoin de renouveler leur provision de vapeur auprès des générateurs fixes échelonnés sur leur parcours. Cette solution a donc l'inconvénient d'être assez compliquée.

Plus simple est celle qu'offre la machine à vapeur ordinaire ; mais si on a recours à elle, on est amené à donner à la chaudière une grande surface de chauffe, pour que la production de vapeur soit en rapport avec le maximum de puissance que la machine doit développer sur les fortes rampes. Il en résulte que la petite quantité d'eau contenue dans cette chaudière nécessite son alimentation presque constante et corrélativement celle du foyer, de sorte que la machine émet continuellement fumées et escarbilles. Sur les fortes rampes, où l'alimentation de la chaudière serait une cause d'abaissement de pression, capable de compromettre la marche du train et de la forcer à un arrêt en pleine montée, on suspend l'alimentation en eau ; l'abaissement du niveau de cette dernière met alors la machine dans une situation délicate. Aussi, pour cette cause, et en général par suite de la variabilité du travail à produire, ne peut-on confier ces locomotives qu'à des machinistes très expérimentés, sous peine d'avoir des avaries continuelles.

Pénétrés des inconvénients et des avantages respectifs de ces deux solutions, MM. Léon Francq et Mesnard ont imaginé un système qui évite les premiers, tout en assurant les seconds.

Ils ont combiné une locomotive à foyer dont la chaudière, d'une disposition spéciale, est timbrée à 12 ou 15 kilogr., et contient une grande quantité d'eau, relativement à sa surface de chauffe, de manière à emmagasiner dans cette masse d'eau, pendant le parcours des paliers et des pentes, une grande quantité de chaleur et de vapeur, qui s'ajoute à celle de la production moyenne normale, pour fournir le travail maximum nécessaire à la montée des plus fortes rampes.

On comprend aussi qu'après avoir chauffé la grande masse d'eau de la chaudière, en alimentant le foyer de combustible, on peut, à un moment donné du parcours, cesser de l'alimenter, en employant la vapeur qui se dégage de la masse d'eau, ainsi que le font les locomotives sans foyer. Si en même temps qu'on cesse d'alimenter le foyer, on capuchonne la cheminée, et si on dirige la vapeur d'échappement à l'intérieur de la boîte à fumée, on supprime tout tirage, toute production de gaz, et la machine ne donne plus ni fumée ni escarbilles. On peut donc traverser sans émission de fumée les endroits habités, les tunnels, et marcher avec fumée en pleine route, quand cela n'offre aucun inconvénient.

La vapeur produite étant constamment accumulée dans une grande masse d'eau, peut être restituée dans les moments de forte traction;

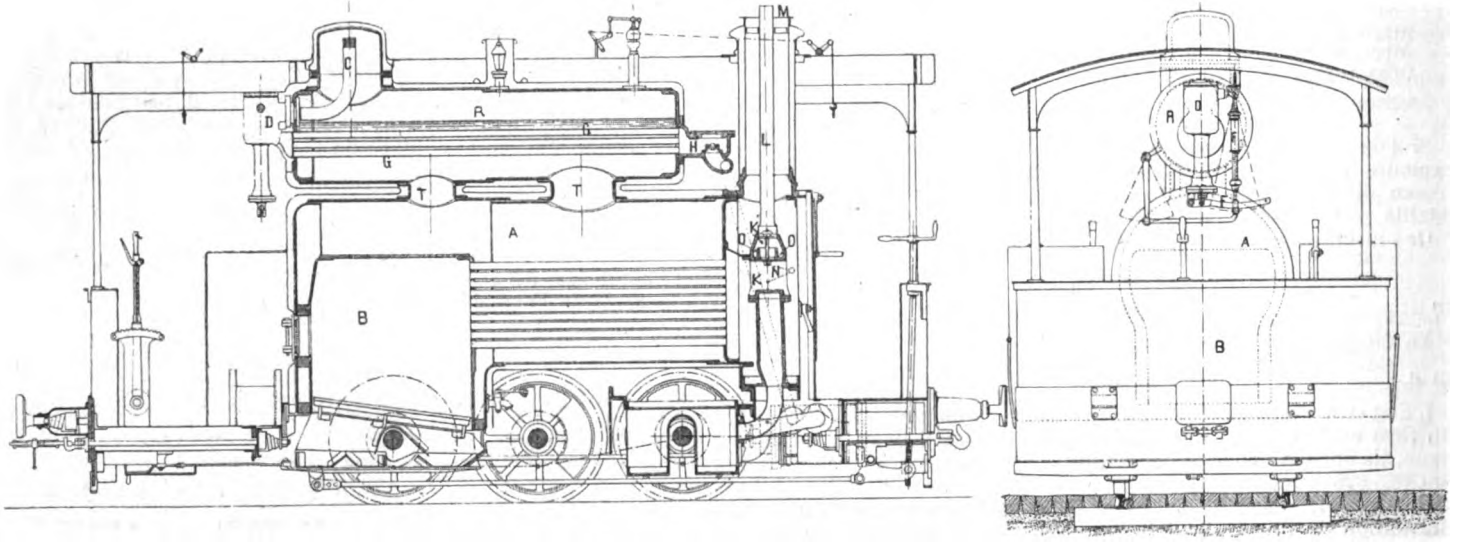


FIG. 1 et 2. — Locomotive à six roues couplées, à foyer à grand volume d'eau et de vapeur accumulée avec détendeur et réchauffeur de vapeur.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome III, n° 7, p. 148 et n° 8, p. 174.

Digitized by Google

il suffit de donner à la surface de chauffe et au foyer les dimensions suffisantes pour la production de la vapeur.

MM. L. Francq et Mesnard ont aussi muni leur nouvelle machine du détendeur de vapeur à pression variable et du réchauffeur de vapeur détendue de la locomotive sans foyer. Ces appareils ont pour but, comme dans cette dernière, de régler la pression de la vapeur, qui se rend aux cylindres après avoir été réchauffée, d'après le travail à obtenir, et quelle que soit la pression à laquelle cette vapeur est produite dans la chaudière, d'ailleurs toujours supérieure à celle de son emploi.

Leur locomotive peut être confiée à des machinistes ordinaires, pour la double raison que la grande quantité d'eau de la chaudière met le foyer et les tubes à l'abri d'un coup de feu, et que la différence existant toujours entre la pression de production et la pression d'emploi de la vapeur rend très facile la conduite du chauffage.

Les machines déjà construites peuvent être facilement dotées de ces avantages. Il suffit de placer sur leur chaudière un réservoir horizontal cylindrique, relié à cette dernière par deux cuissards, et de disposer sur ce réservoir le détendeur et le réchauffeur. Les figures 1 et 2 représentent, ainsi transformée, une locomotive à six roues accouplées, d'un type actuellement en service sur des lignes accidentées.

R est le réservoir supplémentaire; T sont les cuissards qui le font communiquer avec le corps de la chaudière. La quantité d'eau est par lui doublée. La vapeur arrive par le tuyau C au détendeur D qui la ramène à la pression convenable, d'ailleurs réglée par l'action de la balance E sur le levier F.

La vapeur détendue traverse le réchauffeur tubulaire G, et se rend au régulateur H, qui la distribue aux cylindres. Après avoir travaillé dans ces derniers, elle se rend dans la boîte K; de là, elle peut à volonté être envoyée à l'extérieur par le tube L, ou à la boîte à fumée pour être employée au tirage.

Dans le premier cas, qui est celui où l'on veut marcher sans fumée, le tube L et le capuchon M occupent la position dans laquelle ils sont représentés sur la figure 1. La vapeur, qui, par l'espace annulaire o, arrive en K', s'échappe par le tube L dans l'atmosphère.

Quand, au contraire, on veut marcher avec combustion et fumée, on agit sur le levier N pour faire descendre le tube L sur son siège inférieur; on peut alors soulever le capuchon M; la vapeur s'échappe autour de L et se rend dans la boîte à fumée où elle active le tirage.

L'application d'un système de condensation pour la vapeur d'échappement, semblable à celui que la *Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer* (qui exploite le brevet de MM. L. Francq et Mesnard) a prévu dans la locomotive sans foyer qu'elle propose pour le futur Métropolitain de Paris, rendrait la locomotive à foyer que nous venons de décrire essentiellement propre au service des trains de banlieue qui pénètrent en tunnel à l'intérieur d'une ville. Le foyer serait alimenté pendant le parcours en banlieue, à ciel ouvert, et cette alimentation cesserait à l'entrée du tunnel, qui serait parcouru sans émission non seulement de fumée, mais encore de vapeur.

Nous pouvons dire, à ce sujet, que la Compagnie du chemin de fer du Nord, sous la direction de M. du Bousquet et sur l'initiative de M. Sartiaux, construit, sur les principes dont il vient d'être parlé, et suivant des dispositions qu'elle a étudiées avec la Compagnie continentale, des locomotives puissantes destinées à opérer la traction sur les lignes de pénétration dans Paris. Ces machines sont combinées pour fonctionner à la façon ordinaire, à l'extérieur de Paris, et pour circuler sans fumée ni vapeur dans la capitale.

Ajoutons que la seule application aux locomotives en général, même si ces locomotives ne comportent point un grand volume d'eau dans leur chaudière, du détendeur et du réchauffeur de vapeur, offrirait l'avantage de pouvoir admettre dans les cylindres, au moment du démarrage du train, de la vapeur à la pression maximum, et, une fois le train en marche, de réduire la pression à une valeur en rapport avec le travail à produire; dans ce cas, le levier de changement de marche étant mis au cran donnant la distribution la plus favorable à la bonne utilisation de la vapeur, on réglerait la pression par le détendeur.

De cette manière d'employer la vapeur, il résulterait une grande économie, par suite de sa meilleure utilisation avec des admissions de 40 à 50 centièmes. Pour ces admissions, en effet, avec la distribution par coulisses, l'avance à l'échappement et la compression sont relativement beaucoup moindres que pour les admissions plus faibles, comme celles qui s'imposent quand on emploie la vapeur à sa pression de production.

Gérard LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

REVUE DES QUESTIONS OUVRIÈRES

Déjà depuis un an, les difficultés industrielles et financières qui avaient atteint l'Europe vers 1885 et dont elle s'était relevée au moment de l'Exposition de 1889, se font prévoir de nouveau. L'arrêt complet des grandes commandes de l'Amérique du Sud, bouleversée par les révolutions financières et politiques, le régime de protection à outrance adopté par les Etats-Unis, sont en partie les causes du malaise qui va chaque mois en s'accentuant.

En France, la grande grève du Pas-de-Calais n'a été que le prélude des difficultés que vont traverser les charbonnages si les demandes de l'industrie ne se font pas plus nombreuses. Le 15 février, le directeur des mines de Vendin-les-Béthune a dû congédier 150 ouvriers, qui trouveront difficilement du travail dans les autres mines. D'un autre côté, il paraît impossible aux Compagnies de baisser les prix du charbon, en ne diminuant pas les salaires.

Les filateurs du Nord se plaignent de la difficulté qu'ils ont à écouler leurs produits; une grève a éclaté dans la filature de Francheur frères, à Frelinghien (Nord), à la suite d'un refus des patrons d'accorder une augmentation de salaire.

Les verriers de la Bégude (Ardèche) et ceux de Rive-de-Gier se sont remis en grève le 20 janvier et le 6 février.

En Belgique, certaines Compagnies houillères du bassin de Mons diminuent les salaires de 10 et même 20 %; d'autres chôment tous les lundis, et le nombre des ouvriers sans travail est si grand dans le bassin de Liège, que les directeurs pensent à réduire les salaires de leurs ouvriers pour pouvoir augmenter d'autant leur personnel. Tous vont réduire la production de 20 %.

En Allemagne, la grande grève des ouvriers typographes qui dure depuis quinze semaines, a engendré une affreuse misère.

Le Syndicat industriel de Mulhouse a décidé de réduire la production des filatures d'Alsace de 10 %; les filateurs et tisseurs de l'Allemagne du Sud, réunis à Augsbourg, ont même manifesté l'intention de porter cette réduction à 25 %. Cette décision a été prise à la suite du vote du traité germano-suisse, nuisible à l'industrie qui faisait la richesse d'une partie de la population des provinces annexées.

A Dantzig, 3 100 ouvriers sont sans travail.

A Brunswick, de graves désordres ont eu lieu ces jours-ci; ils ont été suivis par ceux de Berlin.

En Angleterre, les diminutions de salaires pratiquées dans les charbonnages de Cumberland, de la forêt de Dean et du Lancashire ont provoqué la réunion des délégués de la Fédération des mineurs de la Grande-Bretagne, à Manchester. Pour limiter la *surproduction*, les mineurs ont décidé la grève à partir du 12 mars. Ils seront 250 000.

A Vienne, des meetings socialistes recrutent leurs membres parmi plusieurs centaines d'ouvriers, qui se sont rendus en masse à l'Hôtel de Ville pour réclamer du travail.

En Italie, le nombre d'ouvriers rapatriés par la police, depuis le 10 janvier 1891, s'élève à 22900. Le gouvernement n'a pu tenir la promesse qu'il avait faite aux ouvriers, de leur donner du travail le 15 février. Il en est résulté des bagarres à Rome, et M. Nicotera a déclaré à la Chambre que des travaux vont être entrepris pour donner du travail à 3000 ouvriers.

Telle est à peu près la situation de l'Europe à la fin de février 1892.

Les Congrès du mois de février. — *Le Congrès de la Ligue populaire pour le repos du dimanche* a tenu ses séances à Paris les 12, 13 et 14 février. M. Gibon a exposé le résultat d'une enquête qu'il a faite sur la question du repos du dimanche dans le Nord, la Haute-Marne et la Loire: l'industrie métallurgique chôme presque partout le dimanche, les charbonnages n'emploient que 2 à 3 % de leurs ouvriers dans le Nord, et 6 % dans le Centre; mais la nature même de l'industrie de la verrerie la force à ne pas interrompre le travail.

Depuis trois ans, la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée fait fermer ses gares de petite vitesse avant midi. M. Léon Say et M. Rantin de Larrois ont obtenu du Congrès le vœu du repos dominical dans les services des postes et télégraphes et sur les chantiers de construction de l'Etat.

Plusieurs propriétaires fonciers exigent le repos dominical dans leurs fermes, et trente syndicats agricoles l'ont inscrit dans leurs statuts. Toutefois, le dimanche est choisi comme jour de marché dans les départements des Deux-Sèvres et de la Charente.

Après différents vœux, le Congrès s'est dissous.

Nous avons dit dans notre dernière revue que le principe du repos hebdomadaire avait été admis par la Chambre, mais qu'elle avait repoussé le choix du dimanche. Il est cependant bien clair qu'il faut arrêter un jour, et que c'est le dimanche qui est indiqué par tous les gens sensés.

Le Congrès ouvrier de Bruxelles s'est ouvert le 21 février. Les délégués des pays houillers ont nettement déclaré que les charbonnages ne prendront pas l'initiative de la grève générale; ils attendront l'exemple des grandes villes, que, de leur côté, Gand et Anvers se sont refusées à donner. On s'est alors décidé à n'entrer en grève générale que le jour où les Chambres rejetteront la révision et le suffrage universel. Dans ce Congrès, on vit percer l'influence du malaise dont nous parlions tout à l'heure.

Le Congrès des Possibilistes-Broussistes promet d'être plus utile que le précédent. Abandonnant les interminables discussions plus ou moins utopistes sur les droits de l'homme, le Congrès va modifier le programme habituel de ses réunions. Il discutera les questions d'hygiène, d'habitation, d'alimentation, et il a prié des savants spécialistes de venir l'éclairer par des conférences. Ceux-ci se sont fait un devoir de promettre leur concours, et ce Congrès servira plus la cause de l'ouvrier que toutes les théories générales sur les revendications sociales.

Le Congrès des Bourses du Travail a eu lieu à Saint-Etienne. Dix des grandes villes de France et cinq cent quarante syndicats y étaient représentés. La Fédération des Bourses du Travail de France a été votée. Un Comité général se réunira une fois par an.

Syndicats ouvriers. — Les Syndicats ont pris une grande extension depuis la loi de 1884. On leur doit la création des Syndicats mixtes, de Consells d'arbitrage, de caisses de retraites et de crédit mutuel, des Sociétés de secours mutuels, des Sociétés coopératives, d'as-

Digitized by Google

surances contre les accidents, d'enseignement professionnel, de construction d'habitations, d'encouragement aux travailleurs stables et laborieux, des offices gratuits d'offres et demandes de travail, des Sociétés de participation aux bénéfices (1).

Par contre, les Syndicats sont souvent le foyer des grèves et des conflits.

Les porteurs de charbon de Londres se sont mis en grève pendant **4 jours**, parce qu'un patron avait refusé de reprendre un ouvrier congédié. Ils étaient 10 000. — Les verriers de la Bégude, qui ont éteint leurs fours le 6 février, ont adressé au préfet une pétition pour lui demander d'intervenir dans leurs discussions avec leur patron. — A Calais, 2 chambres syndicales rivales sont en présence ; l'une ayant voulu mettre une usine à l'index, l'autre lui a fourni des ouvriers. — Les mines de Bilbao ont eu une grève qui a duré 15 jours ; l'autorité a pris l'excellente mesure d'expulser les meneurs étrangers à l'exploitation. — Les cochers de la Compagnie des voitures l'Urbaine, obéissant aux ordres de leur syndicat, se sont mis en grève depuis le 2 janvier : ils réclament une diminution de leurs tarifs, que la Direction n'accepte pas. — Tandis que le syndicat des employés des Omnibus de Paris citait la Compagnie en justice et obtenait gain de cause contre elle, quoique la légalité de ce syndicat soit contestable ; le Parquet vient de dissoudre le syndicat des cantonniers et ouvriers de Paris, les considérant comme des fonctionnaires rétribués. Les cantonniers ont répondu par un refus de se séparer, en faisant remarquer que les égoutiers, les balayeurs, les employés des Tabacs, ceux des Poudres ont pu se syndiquer sans encombre. Cette objection ne manque pas de justesse. Il est vrai que le syndicat des employés des Postes et Télégraphes a été aussi empêché de se constituer.

Le tribunal de Charleville a condamné le syndicat des ouvriers métallurgistes de Noyon à 1 000 francs de dommages et intérêts envers un ouvrier dont il avait exigé le renvoi d'une usine ; il a aussi condamné le même syndicat à des dommages et intérêts envers un débitant mis à l'index. Ce syndicat avait été trop vite à appliquer la loi Bovier-Lapierre, qui n'est qu'un projet jusqu'ici. Peut-être avait-il été encouragé par l'exemple d'une chambre syndicale de Bourges qui avait été acquittée, dans le même cas, par le tribunal de cette ville (2).

Tribunaux arbitraux. — A la suite de l'annulation par le Conseil d'Etat de l'élection de quatre conseillers prud'hommes ouvriers, qui avaient accepté le mandat impératif, les conseillers prud'hommes ouvriers de Paris ont décidé de représenter aux élections les quatre personnes objets du litige, et, si le Conseil d'Etat casse encore leur élection, tous les prud'hommes ouvriers donneront leur démission.

La Chambre italienne a accordé aux femmes le droit d'égibilité aux conseils de prud'hommes.

M. Mesureur, député de la Seine, présentera prochainement à la Chambre un projet de loi, ayant pour objet la création de Conseils du Travail, chargés de prévenir, concilier et arbitrer les différends entre patrons et ouvriers. Cette institution sera permanente, tandis que les projets sur l'arbitrage, dont la Chambre est déjà saisie, ne parlent que de conseils temporaires. Ces Conseils du travail, institués par régions, seraient des sortes d'Offices du travail locaux, avec pouvoir de régler les différends entre patrons et ouvriers. Ils seraient composés par moitié de patrons et ouvriers élus par leurs pairs.

Nous devons à un intéressant travail de M. Bellom, Ingénieur des Mines, l'avantage d'avoir une traduction de la loi allemande du 29 juillet 1890, sur les Tribunaux industriels. M. Bellom a fait précéder la traduction de la loi d'une étude générale sur l'état de cette question à l'étranger. Nous allons en donner une analyse.

En Angleterre, ce sont les tribunaux ordinaires qui sont chargés de trancher les difficultés ouvrières. En Allemagne, en Autriche et en Hongrie, il existe des *Tribunaux de corporations* ; ils sont compétents en matières de contestations entre patrons et ouvriers et le sont en Allemagne même en dehors de la corporation. Dans presque toute l'Allemagne, en Belgique, en Suisse, il existe des *Conseils de prud'hommes* réglant les contestations entre patrons et ouvriers. Enfin les *Tribunaux arbitraux* institués par statut local sous la surveillance administrative et non pas par groupes d'industrie (Autriche, Allemagne), sont une troisième forme de tribunaux spéciaux. Les organes de conciliation et d'arbitrage peuvent être dus exclusivement à l'initiative privée ou être prévus et institués par la loi ; les premiers se rencontrent en Angleterre et en Amérique, qui veulent laisser le plus d'initiative possible à la liberté industrielle. En Belgique, on a adopté (loi du 16 août 1887) des *Conseils de l'Industrie et du Travail*, pouvant être institués en l'absence de tout conflit ; ils se composent d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers, Un arrêté royal institue le Conseil, mais la loi n'exige pas la convocation d'office en cas de conflit ; les décisions sont rendues publiques.

L'Allemagne, en créant les *Tribunaux industriels* (29 juillet 1890), a comblé les lacunes que présentaient les institutions antérieures, dont nous avons parlé plus haut.

Ces lacunes consistaient dans l'insuffisance d'organes judiciaires et les inégalités de traitement. Les Tribunaux industriels sont locaux. L'initiative en appartient à l'autorité communale, toutefois l'autorité régionale peut instituer ces tribunaux d'office, sur la demande directe des intéressés. Les Tribunaux sont compétents pour les litiges entre patrons et ouvriers et ouvriers entre eux. Le président est choisi en dehors des patrons et des ouvriers par l'autorité communale, les juges sont pris en nombre égal parmi les patrons et les ouvriers. En cas de conciliation, si l'accord ne s'établit pas, le Conseil doit rendre une sentence arbitrale qu'il rend publique. Les Tribunaux industriels sont appelés à donner des avis sur des questions industrielles.

Participation. — La Société coopérative de Heywood compte 3 559 membres et réalise 425 000 francs de bénéfices nets : elle possède 1 350 000 francs en capitaux et son chiffre d'affaires est de 2 millions 750 000 francs. — L'imprimerie coopérative de Londres vient d'augmenter le salaire de ses ouvriers et adopter la journée de 8 heures, réclamée depuis trois mois par les typographes allemands. — Le Wholesale, magasin de gros écossais, a vendu pour 2 150 000 francs de plus que l'an passé à pareille époque. A la fin de 1891, il y avait 61 maisons de participation aux bénéfices en Angleterre ; elles comptaient 12 900 participants ; 55 de ces maisons sont postérieures à 1880. Elles comprennent 15 imprimeries (1). — Les Compagnies d'assurance donnent une commission à ceux de leurs agents qui leur apportent un certain nombre de primes. Il en résulte une véritable opposition d'intérêts entre l'agent et sa Compagnie. Celle-ci désire la qualité, celui-là ne recherche que la quantité. Pour faire cesser cette bizarrerie, la Compagnie l'Union vient d'accorder à chacun de ses agents la participation dans les bénéfices que réalisera l'agence à laquelle il est attaché (2). Elle espère obtenir de cette réforme les bons résultats qu'elle a donnés à plusieurs Compagnies anglaises qui emploient ce système.

Le *Génie Civil* a annoncé (3) la fête du 14 février à la fonderie Roger, Muller et Cie. Déjà, le 10 juin 1891, ces industriels instituaient une caisse de Secours et une caisse de Retraites, qui donne les meilleures espérances. Le 14 février, ils ont inauguré la participation aux bénéfices. Pour être participant, il faut faire partie des caisses de secours et de retraite ; être français ; avoir 25 ans au moins et 3 ans de présence à l'usine. Le nombre des participants aux bénéfices nets est de 100 pour le moment ; les patrons désignent les participants qui doivent faire une demande écrite à leurs chefs. Le total de la participation est divisé en 200 parts. Chaque ouvrier aura droit à 1, 2 ou 3 parts, suivant son ancienneté et son dévouement, jugé par les patrons. Il y aura un fonds de réserves n'excédant pas 30 000 francs. L'institution est régie par un conseil composé des patrons, de 3 employés nommés par les patrons et de 6 ouvriers nommés par les participants. La somme attribuée aux participants est déposée à la Caisse d'Epargne. Tout participant, quittant volontairement l'usine ou renvoyé pour un motif grave, perd tous ses droits à la participation. Après 20 ans de participation ou 60 ans d'âge, le participant a la libre disposition de son capital d'épargne.

Telles sont les bases du contrat que MM. Muller et Roger ont proposé à leur personnel ; elles ont été acceptées et la décision que viennent de prendre ces patrons ne peuvent manquer d'aider à la prospérité de leurs affaires.

M. Victor Lefèvre qui dirige un important atelier de constructions mécaniques à Liège, a remarqué que le système du *travail à la tâche* en collectivité ne lui a jamais donné de bons résultats, il a préféré adopter une tarification du travail à la tâche par spécialités. Quoique son industrie comporte de très grands détails, la méthode qu'il emploie depuis 25 ans lui donne des résultats satisfaisants. Cette méthode consiste à prendre la moyenne réduite de 20 % des prix de plusieurs machines identiques construites *à la journée*, puis on donne un coefficient de difficulté à la fabrication de chacune des pièces. Malgré la réduction de 20 % qui représente le bénéfice de ce système réalisé sur le prix de la main-d'œuvre à la journée, ainsi que la réserve pour les imprévus, les ouvriers arrivent à se faire 15 à 20 % et et même 25 % de bénéfices sur le salaire à la journée, en déployant une plus grande activité et la productivité est augmentée d'autant. M. Lefèvre a constaté que son système fait gagner 60 journées par année de 300 jours à son usine. Les ouvriers sont payés chaque semaine d'après les tarifs affichés et après contrôle rigoureux des pièces livrées.

MAX DUCHANOY,
Ingénieur civil des Mines.

ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DU TUNNEL DES BATIGNOLLES
(Gare Saint-Lazare, Paris.)

Il est depuis longtemps question d'éclairer par l'électricité le tunnel des Batignolles, à Paris. Bien que la longueur restreinte de ce tunnel ne fasse redouter, en somme, aucun accident, il y a là une considération de « confortable », pour employer le mot consacré, qui intéresse, d'une part, l'énorme quantité de voyageurs qui franchissent ce souterrain ; d'autre part, nos visiteurs internationaux des grandes lignes de l'Ouest ; enfin, le personnel de la Compagnie, au point de vue de la sécurité.

Le problème paraît simple au premier abord : il se complique dès que l'on passe à l'application. Un éclairage modéré est insuffisant pour éclairer largement les compartiments des trains en marche ; un éclairage intensif aveugle les mécaniciens et les employés que leur service oblige à traverser le tunnel, astreints à passer brusquement d'une zone lumineuse vive à une zone sombre ou de clarté douce.

(1) *L'Émancipation*, article d'Edg. GOFFINON, 15 janvier 1892.
(2) *Réforme sociale*, 10 février 1892.

(1) *Bulletin de la Participation aux bénéfices*, 15 janvier 1892.
(2) *Bulletin de la Participation aux bénéfices*, article de M. Ch. Robert.
(3) Voir le *Genie Civil* tome XX, n° 14, p. 235.

Digitized by Google

Le réglage est donc difficile, en partant même de l'hypothèse d'une source lumineuse aussi abondante qu'on le voudra supposer.

La Compagnie de l'Ouest a été la première à se préoccuper de la question ; on trouve dans le tunnel les traces d'une ancienne installation d'éclairage au gaz, datant de loin, et à laquelle on a renoncé par la suite.

Le 20 avril 1890, le personnel de la Compagnie procéda à des expériences relatives à l'éclairage électrique. Trois foyers Cance, de 40 carcels, avaient été disposés dans l'axe de la voûte : les deux premiers, du côté de Paris, étaient munis de globes dépolis ; le troisième était muni d'un globe clair. Ces expériences conduisirent à l'abandon du projet, indépendamment de l'excellent fonctionnement, bien connu, des foyers électriques Cance. Il est impossible, en effet, de mettre les globes en verre à l'abri de l'action simultanée de l'humidité et de la poussière, dont l'action est continuelle, en raison de l'énorme circulation des trains dans le tunnel des Batignolles ; l'action lumineuse décroît donc dès le début de l'installation, et l'entretien est incessant. On a songé, dans le même ordre d'idées, à peindre en blanc les parois du tunnel : mais l'encrassement rend très rapidement la peinture inefficace.

Le moyen d'éclairage le plus radical et le plus complet consisterait dans la suppression du tunnel, opération qui n'aurait rien de particulièrement onéreux, étant donné que les terrains superposés aux voûtes appartiennent à la Compagnie de l'Ouest. On y viendra, sans doute, dans un avenir plus ou moins rapproché.

En attendant, une nouvelle tentative d'éclairage électrique va être faite, et son principe est intéressant à signaler. Une convention vient d'être passée à ce sujet entre la Compagnie et un entrepreneur agissant à ses risques et périls ; elle a reçu l'approbation ministérielle le 12 février dernier. Quel que soit son résultat, cette convention a l'avantage évident de n'engager en rien les deniers ni même la responsabilité de la Compagnie, comme nous le verrons plus loin.

Le principe mis en œuvre par l'entrepreneur consiste à produire l'éclairage du tunnel des Batignolles au moyen de lampes électriques placées à la partie supérieure et dont les rayons lumineux, rassemblés par des réflecteurs spéciaux, viendraient frapper les surfaces brillantes de deux bandes d'affiches destinées à la publicité, et qui seraient posées contre les parois verticales des souterrains. Dans ce système, les foyers lumineux échappent à la poussière et à l'encrassement ; quant aux surfaces brillantes, dont il vient d'être question, elles sont constituées par des sortes de rainures contenant des papiers métalliques brillants et colorés, analogues à ceux que l'on emploie dans les féeries pour obtenir les prestigieux effets d'optique que l'on connaît. L'idée est originale.

L'établissement de l'éclairage et son entretien sont entièrement à la charge du concessionnaire ; la concession de l'éclairage et de l'exploitation est faite pour une durée de dix-huit années, à laquelle il est expressément spécifié que chacune des parties, concessionnaire ou Compagnie, peut mettre fin à toute époque, en prévenant l'autre six mois à l'avance, sans avoir à payer aucune indemnité, cela, notamment, dans le cas où la théorie du plein air venant à triompher, les tunnels seraient remplacés par une tranchée.

Pour éviter les alternances brusques de lumière et d'obscurité qui pourraient être nuisibles aux agents de la Compagnie, l'éclairage du tunnel sera continu, sauf à varier d'intensité, mais de façon à ce que, à aucun moment, les agents de la Compagnie qui pourraient se trouver dans le tunnel, n'aient à courir le risque d'un brusque passage de la clarté aux ténèbres. Des expériences contradictoires détermineront l'intensité minimum que devra posséder l'éclairage pour sauvegarder la sécurité. De plus, le concessionnaire a, d'après son traité, le droit de substituer à la lumière électrique tout autre système qui permettrait d'exécuter le service dans des conditions préférables, soit comme effet produit, soit comme économie, soit sous tout autre rapport, et qui fournirait un éclairage équivalent. Nous ne croyons guère qu'il ait à user de cette clause : l'éclairage projeté, pour être complet et satisfaisant, exige une intensité qui ne paraît guère pouvoir être obtenue en dehors de l'emploi d'un courant électrique puissant, produit par une véritable usine électrique. Ni le pétrole, ni le gaz ne fourniraient aisément et économiquement une intensité pareille. C'est, d'ailleurs, l'affaire du concessionnaire de se procurer le courant nécessaire. La Compagnie de l'Ouest ne saurait le lui fournir, car son éclairage électrique actuel est produit déjà par une entreprise d'éclairage autonome. Peut-être la belle station électrique de Clichy, qui a le tunnel des Batignolles dans son domaine, pourra-t-elle y diriger ses conducteurs : son outillage le lui permet certainement, sans surcharger beaucoup son fonctionnement. En tous cas, nous le répétons, ce n'est point là une difficulté pratique.

Le point délicat est de savoir si le rendement de la publicité lumineuse ainsi créée sera suffisant pour rémunérer l'entreprise qui est venue se proposer à la Compagnie de l'Ouest. Il ne peut être question, en effet, de ralentir à dessein la marche des trains sous le tunnel, de façon à permettre au public de se pénétrer à loisir de la publicité féerique qui lui sera soumise ; ce sont, en très grande partie, les mêmes voyageurs qui passent et repassent dans le tunnel, et tout ralentissement soulèverait des protestations énergiques. D'autre part, les amateurs, volontaires ou non, de publicité murale, trouvent déjà de larges satisfactions, et, quelques-uns d'entre eux, de grands sujets d'agacement artistique dans les annonces colossales qui couvrent les murs des tranchées entre les extrémités du tunnel et ses abords. Mais, en somme, étant donné que l'on ne saurait être obligé à regarder des affiches, même lumineuses, si le tunnel se trouve ainsi éclairé gratis, on ne peut que s'en féliciter. La mise à exécution rompra, pendant quelque temps au moins, la monotonie des trajets de banlieue, et fournira aux voyageurs un sujet de conversation tout indiqué. Peut-être aussi, si le succès est au bout, pourra-t-elle être utilement généralisée aux grands tunnels de l'Arlberg, du Gothard, mais il convient de ne pas anticiper en cette matière encore inexplorée.

M. DE N.

INFORMATIONS

Secrétariat général de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest.

Nomination de M. A. FOULON.

Dans sa séance du 25 février 1892, le Conseil d'administration de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest a donné une nouvelle preuve de sa confiance à M. Foulon, Ingénieur, secrétaire de la Direction, en l'appelant aux hautes fonctions de Secrétaire général de la Compagnie.

M. Foulon appartient à la Compagnie depuis plus de vingt-quatre ans. Sa personnalité est aussi connue qu'estimée non seulement dans le monde technique, mais encore dans le monde public, qui a pu apprécier en toutes circonstances son aménité, sa haute intelligence et la compétence avec laquelle il dirigeait le service fort délicat qui lui était confié.

Banquet des Agriculteurs de France.

Le banquet annuel de la Société des Agriculteurs de France a eu lieu le mardi 16 février, sous la présidence de M. le marquis de Dampierre, Président de la société.

Près de 200 couverts : parmi les assistants, MM. Pasquier, de Pontoriant, de Monfort, de Ladoucille, comte Armand, députés ; les délégués des Compagnies de Chemins de fer, MM. Bloch (Orléans), Bricka (Etat), Rougeot de Briel (Nord), Lemercier (Est), de Darminet (Ouest). M. E. Chabrier représentait la Compagnie transatlantique.

Environ soixante délégués de la presse de Paris et des départements assistaient au banquet.

Au nombre des principaux convives, citons encore MM. Jacquemart, Josseau, vice-président de la Société ; Teissonnière, secrétaire général ; Boucher d'Argis, Tiersonnier, H. de Vilmorin, Réné Lavollée, Aclocque, président de l'Association de l'industrie française, le comte de Salvaudy, Domergue, Henri Johanet, administrateur de la Société des Agriculteurs de France, Frantz Bauer, architecte de la Société des Agriculteurs de France, etc.

Des toasts ont été portés au président M. le marquis de Dampierre, par MM. Jacquemart et Teissonnière.

M. le Marquis de Dampierre a répondu par une chaleureuse improvisation qui a été fort applaudie.

Conférences publiques à la Bibliothèque Forney.

Des Conférences publiques et gratuites, instituées par la Commission de Surveillance de la *Bibliothèque Forney* (Bibliothèque municipale professionnelle d'Art et d'Industrie), seront faites, cette année, au siège de cette Bibliothèque, rue Titon, n° 12 (XIe arrondissement), à 8 h. $^1/_2$ du soir, aux jours indiqués ci-après :

Jeudi 10 mars. — *L'Art décoratif des Gaulois et des Francs*, par M. Martial IMBERT.

Jeudi 17 mars. — *Principes généraux de l'Architecture égyptienne*, par M. TRAWINSKI.

Jeudi 31 mars. — *L'Uniforme français, ses transformations de Louis XIV à nos jours*, par M. Francis MEUNIER, licencié ès-lettres.

Jeudi 7 avril. — *L'influence de l'Orient dans la Mode et dans l'Art*, par M. Léonce BÉNÉDITE.

Jeudi 14 avril. — *Les Arts en Grèce*, 2e partie (Périclès et la Décadence), par M. Eugène LAPORTE.

Essai du kaolin.

La valeur commerciale du kaolin, employé dans la fabrication du papier, est appréciée par sa pureté, sa cohésion, et la proportion qui en reste dans le papier. La pureté du kaolin est généralement indiquée par sa blancheur. Il est important que le grain du kaolin soit fin pour lui permettre de traverser facilement les toiles métalliques ; on aura avantage aussi à le mélanger à la pâte à papier, en y ajoutant une émulsion qui l'y fait adhérer. La proportion du kaolin restant dans le papier est très variable, suivant l'épaisseur de celui-ci et la vitesse des toiles des machines ; cette proportion est déterminée en pesant les cendres résultant de l'incinération d'un échantillon du papier à analyser. Comme le poids des cendres de la pâte à papier est très minime, le résultat est d'une exactitude suffisante ; et la comparaison des proportions de cendres de plusieurs échantillons incinérés donne le rapport des teneurs en kaolin.

Avis.

MM. les actionnaires de la Société le *Génie Civil* sont convoqués en Assemblée générale ordinaire, le mercredi 23 mars 1892, à deux heures et demie de l'après-midi, au siège social, 6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 18 janvier 1892.

Chimie. — *1° Sur les composés organiques comme dissolvants des sels.* Note de M. ETARD, présentée par M. Henri Moissan.

Si les lignes de solubilité des sels dans l'eau commencent à être bien connues, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des autres dissolvants. Dans quelques cas peu nombreux, on a mesuré un point de solubilité saline dans l'alcool ou l'éther, en vue d'applications médicales ; mais la marche générale du phénomène en fonction de la température reste encore inconnue pour les divers milieux liquides.

C'est en vue de combler cette lacune que M. Etard a étudié certains dissolvants organiques et déterminé les courbes suivant lesquelles les sels se dissolvent. Il présente à l'Académie une note dans laquelle il donne les résultats de ses essais sur le pouvoir dissolvant de différents composés organiques, tels que l'alcool méthylique, l'alcool éthylique, propylique, butylique, isobutylique et annylique sur le bichlorure de mercure et le chlorure de cuivre.

2° Action de l'oxyde de carbone sur le fer et le manganèse. Note de M. GUNTZ.

L'action de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer, très étudiée déjà en raison de l'importance de cette réaction en métallurgie, a été l'objet de nouvelles recherches de la part de M. Guntz dans les conditions suivantes : dans des expériences qu'il poursuit sur l'activité chimique considérable des métaux provenant de la distillation de leurs amalgames dans le vide à la température de 250° et 280°, il a été amené à faire passer de l'oxyde de carbone sur du fer ainsi préparé et a constaté que, vers le rouge sombre, ce métal semblait absorber de l'oxyde de carbone, en même temps qu'il noircissait par un dépôt de charbon et qu'il se dégageait aussi de l'acide carbonique, mais en faible quantité. Puis, en répétant cette expérience avec le manganèse au lieu de fer, il a vu que ce métal absorbait également de l'oxyde de carbone, sans dégagement gazeux, par décomposition de cet oxyde suivant la formule $Mn + Co = MnO + C$, de même qu'au contact du fer l'oxyde de carbone se décompose de façon à donner $FeO + C$, puis CO^2 par réaction partielle de ce gaz sur FeO formé. C'est ce qui explique la présence constante de l'acide carbonique dans le gaz et celle de l'oxyde de fer dans le fer métallique.

3° Action du carbone sur le sulfate de sodium en présence de la silice. Note de M. SCHEURER-KESTNER.

On sait que, dans la fabrication du verre ou des silicates solubles, la proportion du charbon réducteur a une grande importance : si elle est insuffisante, on a un verre incomplet qui renferme du sulfate alcalin ; si, au contraire, elle est trop considérable, le verre est sulfureux. Or, d s recherches de M. Scheurer-Kestner, il résulte que la quantité de charbon nécessaire dépasse de beaucoup celle qui répond à l'équation représentant les réactions qui s'opèrent entre les sulfates alcalins, le charbon et la silice dans la fabrication du verre ou des silicates alcalins.

4° Sur un azoture de lithium. Note de M. L. OUVRARD, présentée par M. Troost.

M. Maquenne ayant appelé tout récemment l'attention de l'Académie sur l'action de l'azote sur les métaux alcalino-terreux, M. L. Ouvrard, qui étudie depuis quelque temps l'action de l'azote sur le lithium, fait connaître dans cette publication les premiers résultats qu'il a obtenus.

En chauffant du lithium placé dans une nacelle en fer, dans un courant de lithium, il est arrivé, en poussant jusqu'au rouge sombre, à obtenir une masse spongieuse noire qui, à l'analyse, a montré une absorption de 54,18 °/. de gaz par le métal.

5° Sur un isomère du camphre. Note de M. Ph. BARBIER, présentée par M. Friedel.

Le nouvel isomère du camphre dont l'étude fait l'objet de cette note, existe tout formé dans l'essence de menthe-pouliot. Pour en rappeler l'origine, l'auteur lui donne le nom de *puléone*.

Il résulte des faits mis en évidence par l'auteur dans sa communication que :

1° La puléone renferme le groupe fonctionnel des cétones ;

2° Elle ne renferme pas de liaisons éthyléniques, puisqu'elle ne donne pas de composés d'addition.

Ce caractère de composé relativement saturé que présente la puléone, ainsi que la facilité avec laquelle elle se transforme en cymène, indique une constitution cyclique analogue à celle qu'on attribue au camphre.

Enfin l'auteur ajoute que Kane ayant étudié l'essence de menthe, en a retiré un corps bouillant à 182°-183°, auquel il a donné la formule $C^{10}H^{12}O$. La différence des points d'ébullition de la puléone (222°-223°) et du corps trouvé par le chimiste anglais établit nettement l'isomérie des deux substances.

6° Le pouvoir rotatoire des soies de diverses origines. Note de M. Léo VIGNON.

M. Léo Vignon avait montré précédemment que les éléments principaux de la soie du *Bombyx-Mori*, examinés dans différents dissolvants, exercent une action considérable sur la lumière polarisée. Reprenant la question des pouvoirs rotatoires, il montre dans cette note que :

1° Les pouvoirs mesurés sont tous de même signe, et compris entre — 30° et 45° pour les grès du *Bombyx-Mori*, quel que soit son pays d'éducation ;

2° L'examen du grès du *Bombyx-Mori* polyvoltin de Madagascar et du grès du *Yamma-Maï* (— 9°-15°,1) conduisent à des chiffres plus faibles.

3° Pour les fibroïnes, les pouvoirs rotatoires sont compris entre — 39°,5 et — 48°,2 pour le même dissolvant.

4° La fibroïne provenant du *Bombyx-Mori* de Chine, polyvoltin, dixième récolte, a le pouvoir rotatoire le plus considérable (— 48°,2), tandis que la fibroïne *Yamma-Maï* donne dans l'acide sulfurique les mêmes résultats que le *Bombyx-Mori* du Var.

Agriculture. — *Action de l'acide borique sur la germination.* Note de M. J. MOREL, présentée par M. Friedel.

Mathématiques. — *1° Sur les intégrales des équations différentielles du premier ordre, possédant un nombre limité de valeurs.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Emile Picard.

2° Sur une théorie arithmétique de M. Poincaré. Note de M. Victor STANIEVITCH, présentée par M. Ermite.

G. PETIT,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale

Séance du 8 janvier 1892.

Procédé Deacon. — M. Emile KOLB, directeur des établissements Kuhlmann, à Lille, fait une communication sur le procédé Deacon.

Il rappelle qu'avec l'usage croissant du chlore dans l'industrie, le Weldon ne constitue plus un progrès et que le problème s'impose de produire un équivalent de chlore sans sacrifier trois équivalents d'acide chlorhydrique.

Le procédé Deacon constitue à ce point de vue un progrès considérable. M. Kolb en fait la description détaillée : il expose pour quelles raisons l'acide dégagé des calcines des fours à moufle ne pouvait être employé et comment, en combinant le procédé Deacon avec la réaction de Hargreaves, il arrive à triompher de cette difficulté. Il décrit enfin le four imaginé par M. Laurent, grâce auquel le courant introduit dans le Deacon a une composition à peu près constante. Il termine en rappelant les origines du procédé Deacon, en résumant sa situation actuelle et en exprimant son opinion sur son avenir.

Chemins de fer. — M. DE PARVILLE développe le système de signalement automatique des trains par M. Victor Germain.

Le système se compose de deux parties :

1° Sur l'avant de la locomotive, une sirène qui vibre sous l'impulsion d'une tige munie d'un galet à sa partie inférieure ;

2° Dans l'axe de la voie, de distance en distance, sont placées des longrines en fer à **T** qui peuvent être levées en cas de danger au moyen de leviers ou de volants. Ces longrines forment plan incliné. Lorsqu'elles sont levées, elles sont forcément rencontrées par le galet placé à l'avant de la locomotive. Ce galet est obligé de monter sur le plan incliné et par conséquent de faire remonter la tige qui commande la sirène. La sirène vibre jusqu'à ce que le mécanicien ait arrêté sa machine.

Les avantages principaux de ce système sont :

1° De pouvoir être appliqué sur toutes les lignes sans rien changer ni à la voie, ni à la locomotive ;

2° D'être aussi efficace par le brouillard le plus intense que par le temps le plus clair ;

3° D'avertir par l'ouïe le mécanicien, qui est obligé d'entendre l'ordre d'arrêt donné, puisque la sirène siffle jusqu'à ce qu'il ait arrêté sa machine ;

4° De n'être basé que sur des principes de traction mécanique, à l'abri de toutes les variations atmosphériques ;

5° De mettre en communication directe les agents de la voie avec le mécanicien de tous les trains en marche entre deux stations, quelle que soit la distance qui les sépare. Les stations elles-mêmes sont averties du danger ;

6° De permettre au mécanicien d'un train en détresse entre deux gares de fermer la voie à l'avant et à l'arrière de son train et d'avertir en même temps les deux gares.

Ameublement. — M. BARDY présente, au nom de M. Coq, tapissier, un système d'anneaux à crochet et divers modèles de têtes de rideaux qui facilitent la dépose et la repose des rideaux. Ce système présente des dispositions ingénieuses et qui simplifient beaucoup les opérations nécessitées par la pose des rideaux.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

Les étapes de la science. — Chronique documentaire, par M. Emile GAUTIER. — Lecène, Oudin et Cie, éditeurs. — Paris, 1892. — Prix : **3 fr. 50**.

Il faudrait ne pas s'intéresser à la vulgarisation scientifique, sous sa forme actuelle la plus récente, pour ne pas apprécier, comme il convient, la plume aimable de M. Emile Gautier. Notre confrère vient de réunir en un volume les chroniques qu'il a publiées dans la presse quotidienne sous le titre *les étapes de la science* : M. de Lanessan, des rives de la Rivière Noire, au Tonkin, recommande l'ouvrage aux lecteurs dans une spirituelle préface.

Les étapes scientifiques de M. Emile Gautier sont fort agréables à parcourir en sa compagnie. On y voit défiler tour à tour, les différents sujets qui, après avoir été d'actualité, ont pris leur place dans l'histoire documentaire de notre époque, l'élixir de longue vie, la pluie artificielle, l'électrothérapie, l'aluminium, les accidents de chemins de fer, etc. Le champ est vaste, et l'on y trouve toujours soit à récolter, soit à glaner : l'auteur le fait avec une intarissable verve. Lorsque la dernière étape est atteinte, on revient volontiers sur ses pas, ce qui prouve que la route est bonne et l'on se montre tout disposé à continuer. Les chroniques de M. Emile Gautier retrouveront certainement, dans la forme du livre, le succès qu'elles ont obtenu dans le journal au fur et à mesure de leur apparition.

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 10, du 5 mars. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin ; un an, **24** francs, six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire : Des moyens de reconnaître la saccharine de Fahlberg.

Brevets français : Fabrication de l'ammoniaque et du gaz ; — Cachets pharmaceutiques ; — Appareil à évaporation rapide ; — Matières explosibles ; — Bougies à godets ; — Extraction du gaz de l'huile de pétrole ; — Elimination des matières organiques des jus, par le plomb oxydé ; — Dosage de l'alcool et de l'extrait contenu dans les vins ; — Capsulage des bouteilles ; — Etuve « rapporteur » pour les fruits ; — Fabrication des toiles cirées, etc.

Brevets américains : Réduction du sulfate d'aluminium ; — Préparation du sel de table ; — Appareil épurateur d'huile ; — Fabrication des sirops de sucre ; — Préparation du sulfure d'aluminium ; — Préparation des solutions des bisulfures ; — Appareil d'évaporation ; — Effaceur chimique d'encre ; — Fabrication du bisulfure de carbone ; — Fabrication de nitro-cellulose ; — Traitement de la lessive de savon non épuisée ; — Acide hydrofluosilicique ; — Procédé pour purifier l'huile ; — Fabrication de la bière ; — Percolateur ; — Papier à mouches rigides.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 19. N° 509 Samedi 12 Mars 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Hygiène** : Élévations et distributions d'eau, système Carré, p. 305 ; Henri Mamy. — **Art militaire** : Essais des canons à tir rapide Canet, à bord du *Presidente Pinto*, p. 309. — **Chemins de fer** : Le chauffage des trains de chemins de fer (*suite*), p. 310 ; Max de Nansouty ; — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 312 ; H. Heude. — **Mécanique** : Supports spéciaux pour tournage automatique des bandages de roues pour locomotives, tenders et wagons (*planche XX*), p. 315 ; E. Desgrandchamps. — **Sciences** : Résistance des matériaux. Détermination graphique des moments fléchissants et des efforts tranchants produits dans une section donnée d'une poutre à deux appuis simples pendant la durée du passage d'un convoi sur cette poutre (le convoi pouvant être contenu entièrement ou non dans la travée), p. 316 ; Bedaux. — **Correspondance** : Conditions de stabilité des ponts funiculaires du système Gisclard, p. 318 ; A.-F. Jorini ; — Sur les déformations élastiques des arcs, p. 319 ; F. Chaudy. — **Informations** : Couleur métallique, p. 319 ; — La suppression du roulis et du mal de mer, p. 319 ; — Cheminée en acier, p. 319.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 25 janvier 1892, p. 320 ; G. Petit. — Société industrielle du Nord de la France, 1891, p. 320.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 320.

Planche XX : Machines-outils pour le tournage automatique des bandages de roues.

HYGIÈNE

ÉLÉVATIONS ET DISTRIBUTIONS D'EAU

Système Carré.

Les questions d'hygiène et de salubrité, reléguées autrefois à un rang très inférieur, prennent aujourd'hui, avec beaucoup de raison, une place de plus en plus grande dans les préoccupations générales. La solution du problème qu'elles posent se résume en deux termes essentiels : avoir en abondance de l'air pur et de l'eau pure.

Constituer une réserve d'eau ; la distibuer facilement en tous les points d'une habitation, d'une usine, d'un immeuble quelconque, de façon qu'on puisse avoir cette eau à volonté sous la main ; filtrer celle qui est destinée à l'alimentation, c'est là certainement l'un des problèmes les plus intéressants et les plus utiles que l'Ingénieur ait à résoudre.

MM. Carré et Cie, Ingénieurs-constructeurs à Paris, ont apporté à cette question une solution tout à la fois simple, pratique et élégante. Le but qu'ils se sont proposé est double.

C'est d'abord de suppléer, là où il existe des distributions, à l'insuffisance de ces distributions pour assurer les divers services : incendies, ascenseurs, filtrage et services d'hygiène générale.

C'est ensuite, là où il n'existe pas de distributions urbaines, comme dans les petites villes, les villages, les fermes, les habitations isolées, maisons de campagne, hospices, etc., d'établir une distribution complète d'eau en pression pour assurer également tous les services domestiques et sanitaires.

Le problème avait été résolu jusqu'ici par l'emploi de brocs ou de réservoirs installés dans les combles.

Le premier moyen est absolument insuffisant. Le second est la source d'obligations et d'ennuis : il nécessite l'emploi de fortes charpentes d'appui, il expose la maison aux débordements et il ne distribue qu'une eau le plus souvent chaude et impure et exposée à toutes les influences extérieures.

Dans le système Carré, l'élément essentiel est le *réservoir-élévateur*. C'est un récipient cylindrique en tôle. Il est fermé et parfaitement étanche à l'air et à l'eau. On le place en cave ou en sous-sol. Avec une petite pompe spéciale, aspirante et refoulante, pouvant refouler l'eau jusqu'à quatre atmosphères de pression, on aspire l'eau d'une citerne, d'un puits, d'une source, d'une rivière, d'un bassin, d'un récipient quelconque et on refoule cette eau dans le réservoir-élévateur. En y pénétrant, elle refoule, en le comprimant vers le haut, tout l'air contenu dans ce réservoir. La pression de cet air, indiquée par un manomètre extérieur, s'élève de plus en plus. Pour la plupart des cas, lorsqu'elle atteint trois atmosphères, on cesse de refouler l'eau. C'est la pression de cet air, en agissant sur l'eau du réservoir, qui sert de force motrice pour élever cette eau, au moyen d'une canalisation spéciale à tous les postes, établis en différents points des étages.

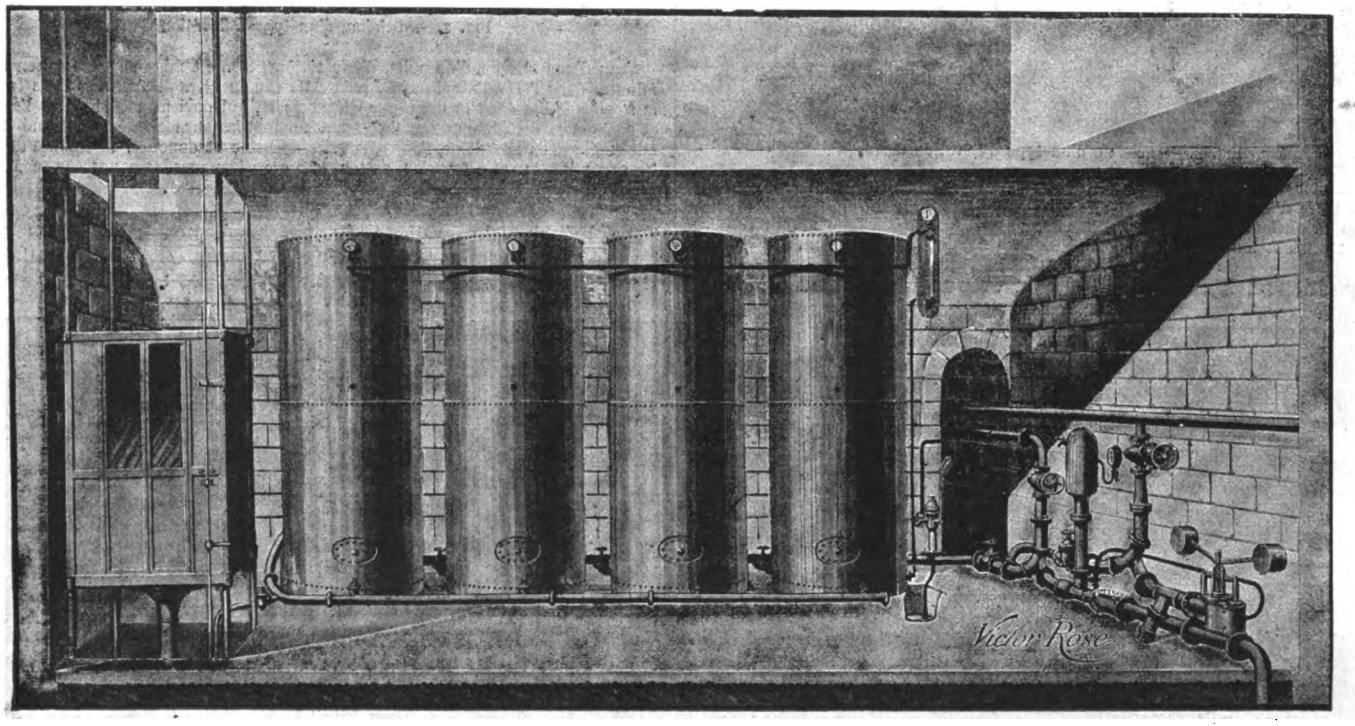


Fig. 1. — Installation des réservoirs élévateurs d'eau système Carré, dans les sous-sols de la Maison hospitalière de Nanterre (Seine).

L'élévation d'eau exigeant la mise en pression à 4, 5 ou même 10 atmosphères, est également possible, en donnant à l'appareil la résistance voulue. Dans certaines circonstances, la pompe à eau et la pompe à air peuvent être combinées ou employées séparément, et notamment, quand il s'agit d'augmenter une pression insuffisante, l'une ou l'autre, ou les deux seront alternativement employées.

Il suffit chaque jour, pour renouveler la réserve d'eau et régénérer la pression motrice, de manœuvrer pendant 15 à 20 minutes la pompe alimentaire.

Cette pompe peut être mue, suivant les circonstances et les besoins, à bras, par un manège ou par un moteur à gaz, à pétrole ou à vapeur.

Quant à l'eau destinée à l'alimentation, on interpose entre le

Digitized by Google

réservoir-élévateur et le robinet de distribution d'eau un réservoir-filtre.

Pour obtenir la filtration totale en cas d'eau très impure, on prend

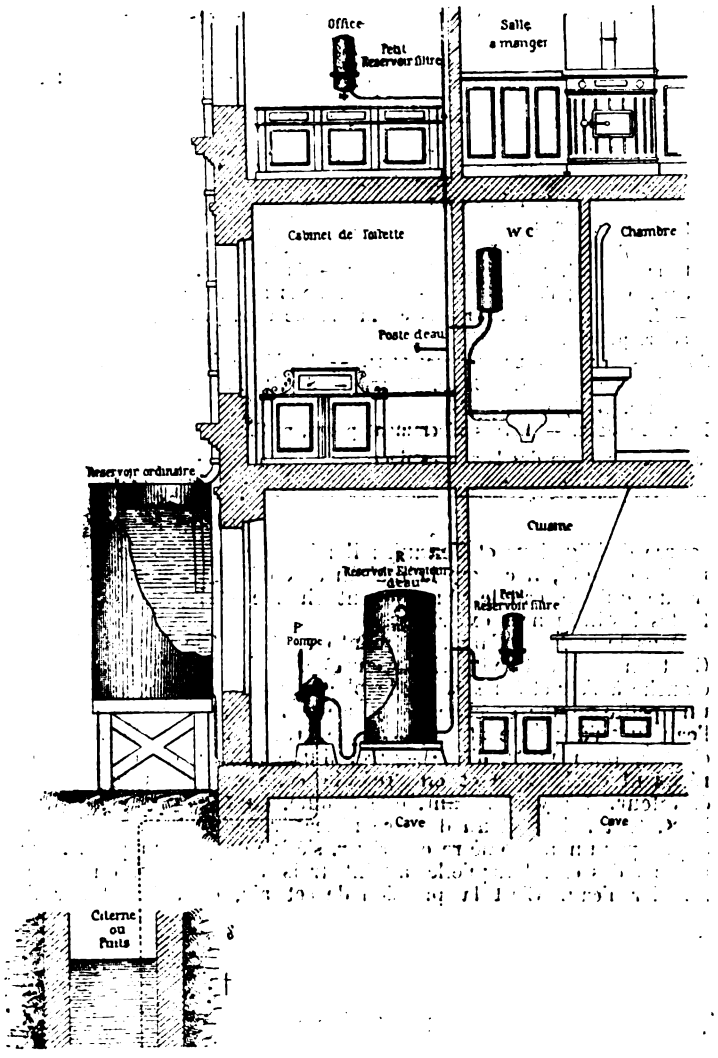


Fig. 2. — Schéma d'un type d'élévation d'eau.

Le réservoir-élévateur d'eau est placé au rez-de-chaussée (ou en cave ou en sous-sol). — L'eau d'un puits, d'une citerne ou d'une provenance quelconque est mise en pression en quelques minutes dans l'élévateur d'eau, qui la distribue alors automatiquement pendant toute la journée à tous les postes d'eau de l'habitation.

la disposition schématique des figures 2 et 3, et l'on assure ainsi à tous les services publics ou privés l'eau pure et aérée, sans craindre un arrêt dans le fonctionnement, soit qu'il s'agisse de tous les cas où la pression de l'eau fait défaut, soit qu'il s'agisse seulement de suppléer aux dépressions d'une conduite, ou d'augmenter une pression normalement insuffisante.

Ce système, comme on le voit, est très simple et très pratique; il se prête à toutes les applications et à toutes les dispositions. Si un seul appareil est insuffisant pour assurer le service, on en dispose plusieurs côte à côte, en les faisant communiquer entre eux. Lorsque la hauteur du sous-sol ou du rez-de-chaussée le permet, les réservoirs-élévateurs sont disposés verticalement; dans le cas contraire on les couche horizontalement.

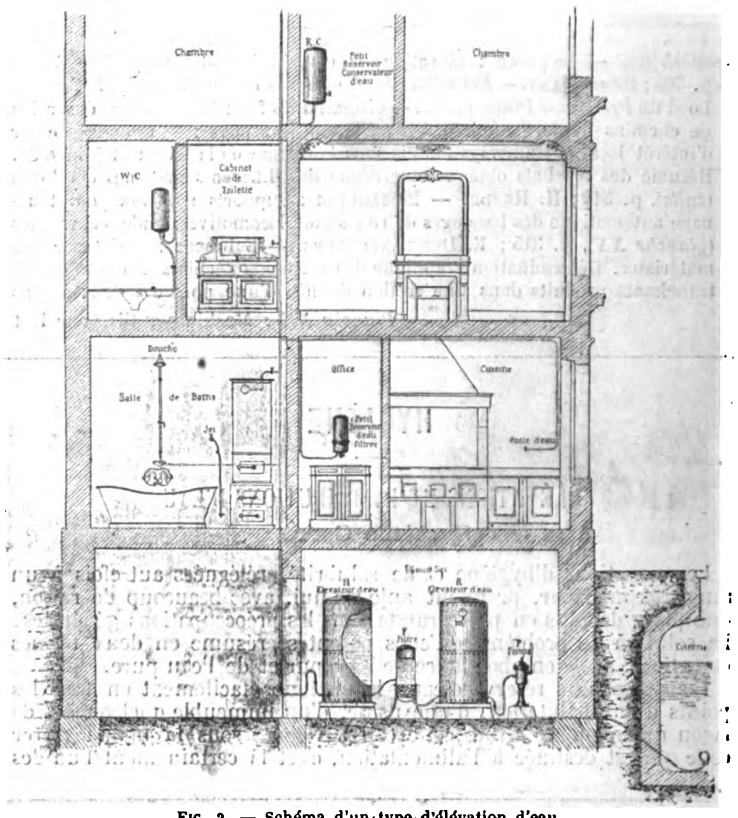


Fig. 3. — Schéma d'un type d'élévation d'eau.

L'eau d'une citerne, d'un puits, d'une rivière, etc., est mise en pression en quelques minutes dans l'élévateur d'eau R, puis cette eau se filtre et s'assainit dans le filtre F, et s'emmagasine dans le deuxième élévateur, H, qui devient récepteur de l'eau filtrée et aérée et la distribue automatiquement pendant la journée, par la colonne montante habituelle dans la cuisine, l'office, la salle de bains et douches, le cabinet de toilette, les water-closets, et à tous les postes d'eau quelconques (secours contre l'incendie, arrosage, douchage des chevaux, lavage des voitures, etc.).

Le principe du système étant exposé, nous donnerons comme exemples un certain nombre d'applications, en les empruntant aux trois cas principaux qui peuvent se présenter :

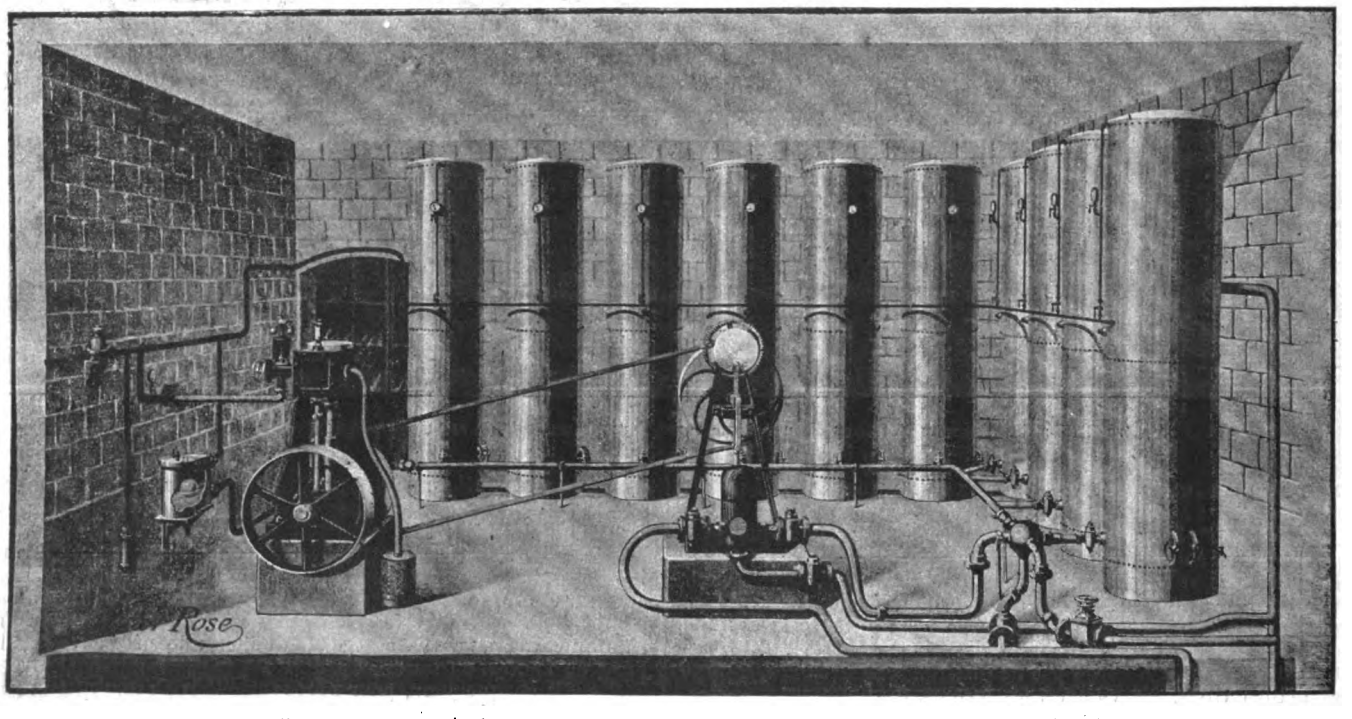


Fig. 4. — Installation des réservoirs élévateurs d'eau système Carré dans les sous-sols de la Bibliothèque Nationale, à Paris.

1° Applications dans les villes;
2° Applications dans les campagnes;
3° Application à l'hygiène militaire et navale.

Digitized by Google

1° Applications dans les villes. — Dans les villes où une canalisation urbaine existe, le système Carré offre cependant un réel avantage : il permet d'avoir de l'eau à une pression souvent supérieure à celle de la ville. Il offre donc une précieuse ressource pour compléter, en les améliorant, les services d'incendie, en même temps qu'il fournit l'eau nécessaire aux autres services, tels que celui des ascenseurs.

Nous citerons trois installations principales faites au Crédit Lyonnais, à la Maison hospitalière de Nanterre et la Bibliothèque Nationale.

L'installation faite au Crédit Lyonnais, à Paris, sous la direction de M. Bouwens van der Boyen, architecte, comporte 80 réservoirs-élévateurs ayant chacun 1m10 de diamètre et 3 mètres de hauteur.

La Ville de Paris a fait établir dans la maison hospitalière de Nanterre (fig. 1), sous la direction de M. Bechmann, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et de M. Masson, inspecteur général de l'assainissement, une installation complète du système Carré, qui élève l'eau d'un puits et la met en pression utile afin d'assurer le fonctionnement constant et certain de seize ascenseurs et monte-charges et des services divers.

Les réservoirs-élévateurs, au nombre de huit, sont disposés dans les sous sols. Ils ont chacun 1m50 de diamètre et 3m25 de hauteur.

Enfin, le Ministère des Travaux publics a fait installer en sous-sol, dans la Bibliothèque Nationale (fig. 4), sous les ordres de M. Pascal, architecte du Gouvernement, une batterie de dix réservoirs-élévateurs en vue de suppléer aux arrêts momentanés et aux variations de pression de la conduite de la ville, ainsi que pour en augmenter à volonté la pression insuffisante, afin d'assurer le fonctionnement constant et certain des services contre l'incendie. Ces réservoirs ont chacun 0m95 de diamètre et 3m50 de hauteur.

Leur service est assuré par un moteur à air comprimé.

Dans les musées et théâtres, le système peut naturellement donner les mêmes avantages au point de vue des services d'incendie.

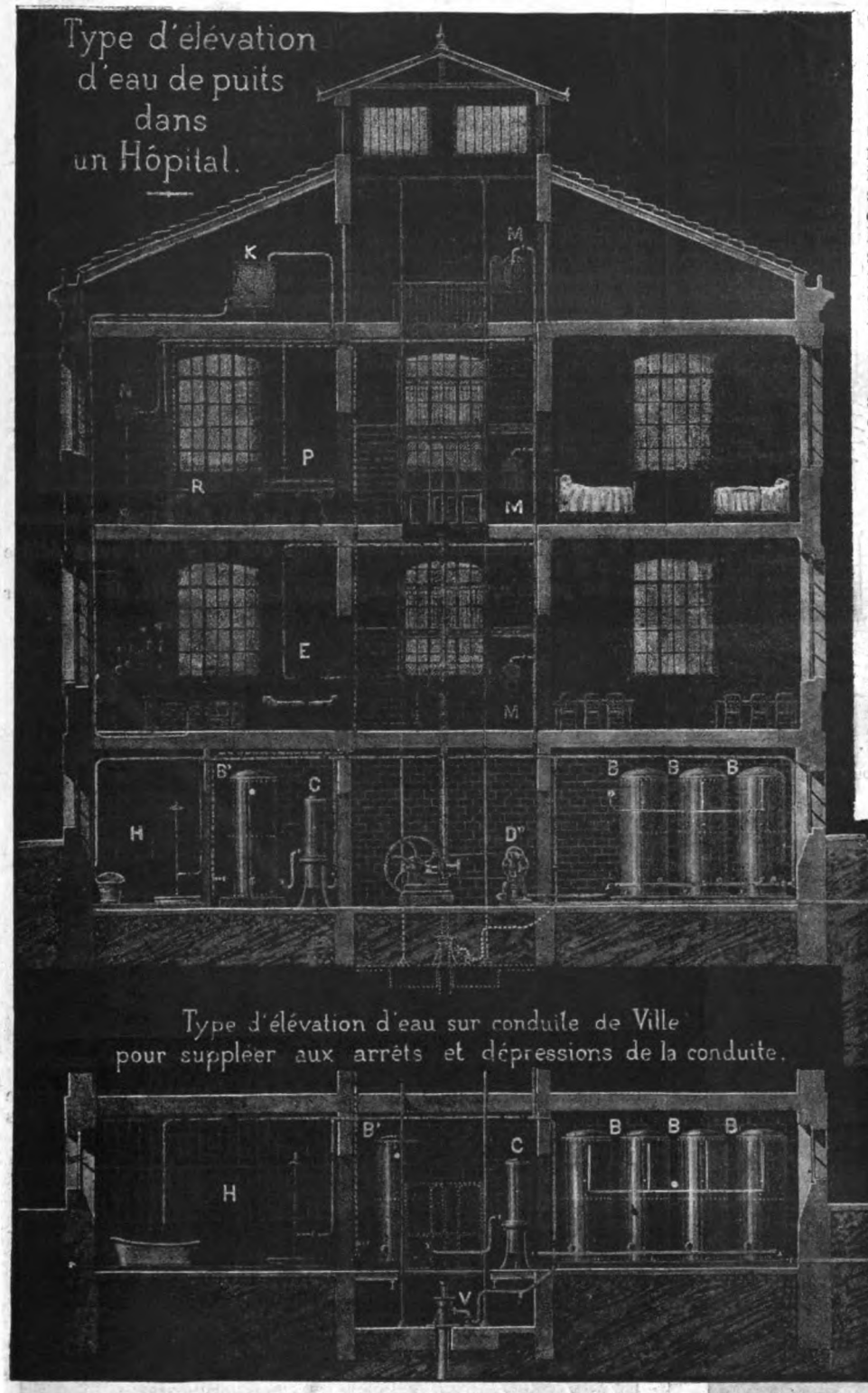


FIG. 5 et 6. — Types d'élévation d'eau de puits dans un hôpital et d'élévation d'eau sur conduite de ville.

LÉGENDE : A puits, citerne; — B réservoirs élévateurs d'eau non filtrée; — B' réservoirs élévateurs d'eau filtrée ; — C filtres; — DD'D'' pompe mue à bras, à manège ou à moteur; — E cuisine; — H salle de bains; — K service de chauffage; — M poste d'eau contre l'incendie; — N lavage des water-closets; — O office; — P cabinet de toilette et lavabos; — R poste d'eau filtrée et aérée; — S buanderie; — T bouche d'arrosage; — V service de l'ascenseur.

2° Application dans les campagnes. — C'est surtout à la campagne, dans les châteaux, villas, fermes et, en général, dans toutes les constructions isolées et établissements quelconques ne pouvant s'alimenter que par des installations personnelles, que les appareils du système Carré peuvent être utilement appliqués. Puisant l'eau soit dans un puits, soit dans une citerne, soit dans un ruisseau, ces appareils la distribuent facilement et complètement dans tous les points où il peut être désirable de l'amener.

Nous en donnons comme exemple la distribution de l'eau de puits dans un hôpital (fig. 5). Une batterie de trois réservoirs à élévateur d'eau système Carré, est destinée à alimenter les services qui n'exigent pas de l'eau filtrée. Mais cette batterie agit sur un filtre dont l'eau est récupérée par un réservoir élévateur de capacité suffisante pour assurer le service constant d'eau filtrée.

On voit que les services de lavages généraux, d'incendie, d'ascenseurs et d'arrosage sont assurés aux postes d'eau y relatifs, ainsi qu'un poste d'eau chaude.

D'autre part, le fonctionnement du filtre est assuré avec la pression utile, et l'eau filtrée distribuée aux réfectoires, offices, lavabos, dans les conditions désirables.

Cette installation, qui convient à un hospice, à un établissement scolaire ou agricole quelconque, tout aussi bien qu'à un hôpital, comporte généralement la marche avec moteur approprié à l'importance des services d'eau à satisfaire.

On voit, du reste, que le manège pourrait être substitué au moteur à gaz ou au pétrole indiqué dans le type d'installation.

La variante indique un type d'installation pour parer aux dépressions, aux fluctuations ou même aux arrêts imprévus d'une conduite de ville (fig. 6).

La combinaison du type (fig. 5) avec la variante figure 6 paraît tout indiquée en cas de pression insuffisante.

Voici comme autre exemple la distribution d'eau d'une citerne pour les différents services d'un château (fig. 7). L'installation est faite en sous-sol.

Une pompe spéciale aspire l'eau de la citerne et la refoule dans un premier réservoir-élévateur sur lequel est placée la colonne de distribution qui élève l'eau aux postes d'eau établis à la cuisine, au filtre de l'office, aux water-closets, à la salle de bains et douches, aux cabinets de toilette, à la bâche à eau chaude, aux postes d'incendie, aux bouches d'arrosage et d'une façon générale à tous les postes d'eau quelconques qui n'ont pas absolument besoin d'eau filtrée.

Une prise est faite sur cette colonne de distribution, pour conduire l'eau au filtre; le travail effectué par le filtre est recueilli par le réservoir-élévateur d'où part une autre colonne de distribution qui élève l'eau filtrée à l'office, quand il y a filtration totale, comme ci-dessus, aux cabinets de toilette, enfin à tous les points où le service de l'eau filtrée pour l'alimentation est jugé nécessaire.

Pour le service d'eau d'un volume relativement considérable, ou pour puiser l'eau dans un puits profond, la variante (fig. 8) est indiquée; elle prévoit un service d'arrosage complet combiné avec

Digitized by Google

les services des postes d'eau résumés dans la figure 7. Il va de soi qu'un petit moteur peut remplacer le manège dans cette disposition.

Enfin, il n'est pas sans intérêt de donner également, au moyen des

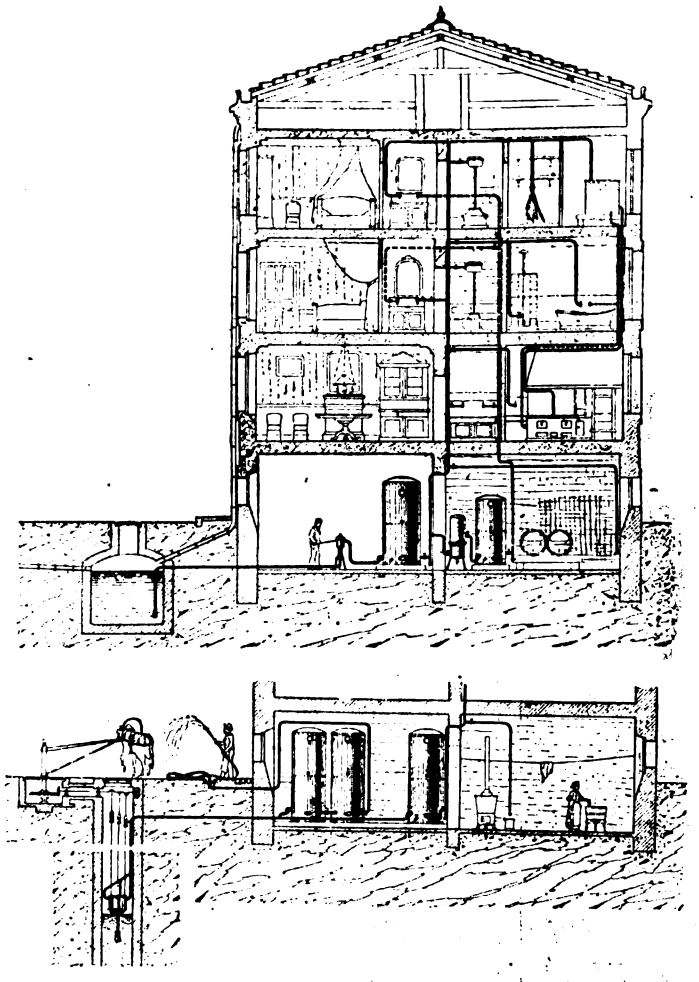


Fig. 7 et 8. — Type de distribution de l'eau d'une citerne ou d'un puits pour les différents services d'un château.

appareils de ce système, la distribution d'eau dans une usine, en la combinant dans l'installation générale avec l'épurateur Marié-Davy,

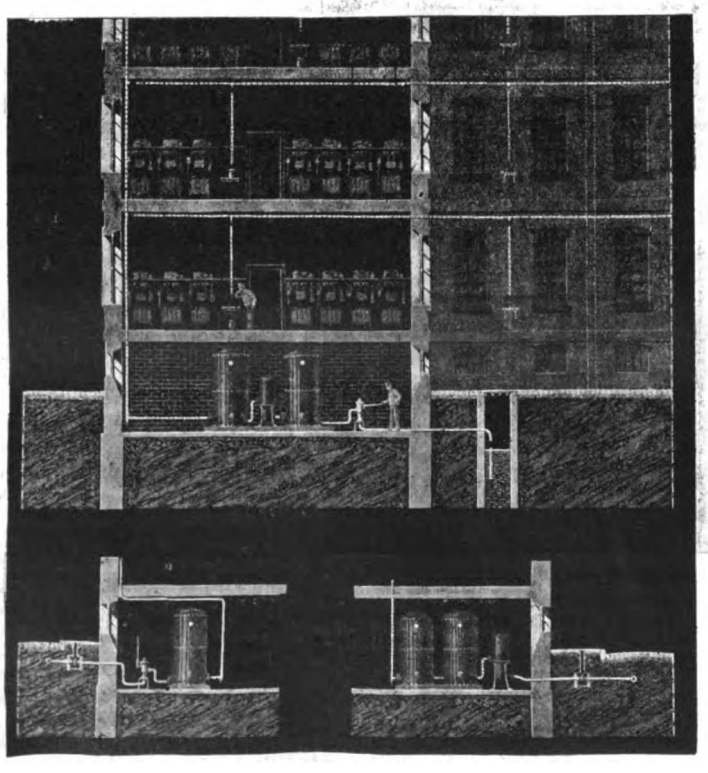


Fig. 9. — Type de distribution d'eau de puits dans une caserne.

construit également par la maison Carré et dont le *Génie Civil* (1) a donné précédemment la description.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII n° 19, p. 302.

3° Application à l'hygiène militaire et navale. — Pour les troupes logées dans des bâtiments militaires, casernes, hôpitaux, l'installation

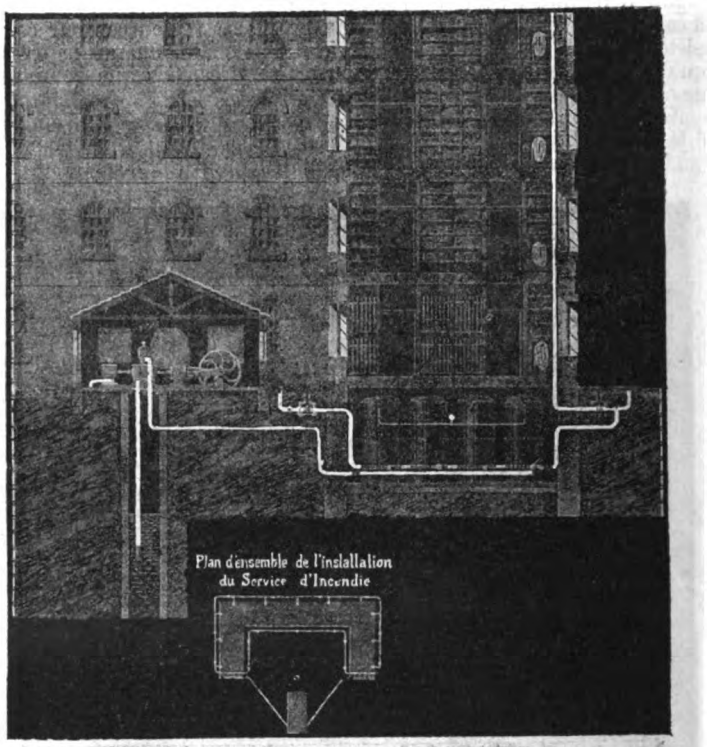


Fig. 10.— Type d'élévation et distribution d'eau dans un établissement militaire.

et le fonctionnement sont les mêmes que dans tout autre édifice (fig. 9 et 10).

Il est possible, grâce à l'emploi des appareils Carré, de distribuer

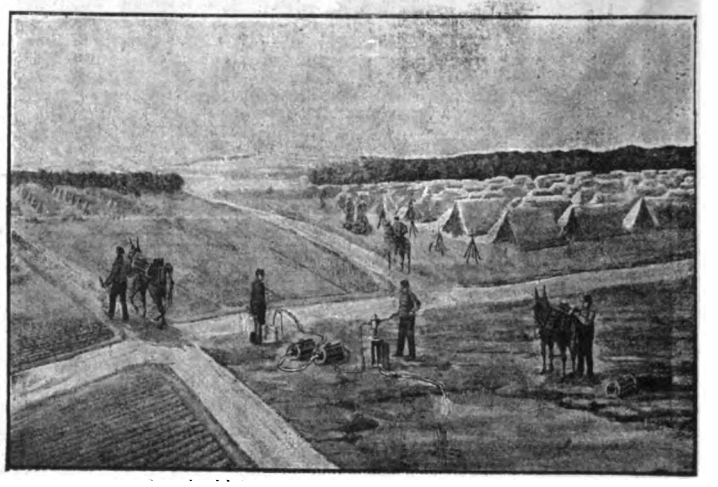


Fig. 11. — Filtres transportables à dos de mulet pour les troupes en campagne.

dans les chambrées une eau pure et fraîche, d'en avoir en abondance pour le lavage des murs et des parquets ou pour les divers services d'une manutention militaire.

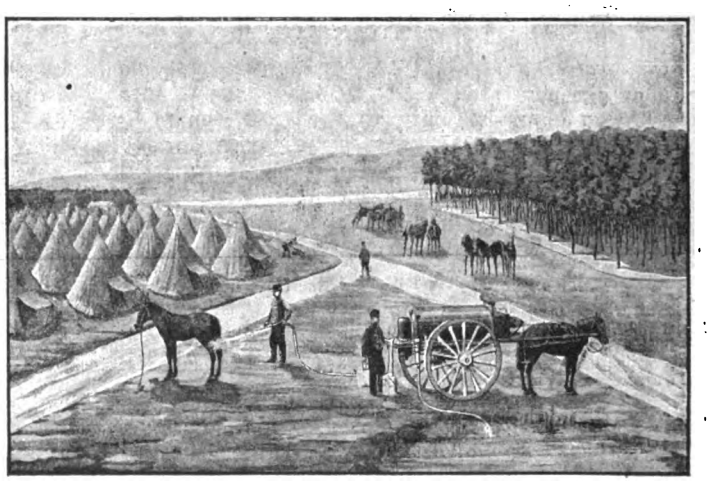


Fig. 12. — Appareil mobile servant au transport de l'eau sous-pression pour les troupes en campagne.

Les variantes de la figure 9 pourront fournir le moyen : l'une de parer aux arrêts et dépressions ; l'autre, d'augmenter la pression insuffisante d'une conduite d'eau pour faire avec la pression utile toute opération de filtration et de distribution d'eau.

Digitized by Google

La figure 10 représente l'installation d'un service d'incendie constitué avec les appareils Carré, au profit exclusif de l'établissement militaire et de la manutention.

S'il s'agit de troupes en campagne, des appareils spéciaux ont été combinés à leur intention : c'est un filtre transportable à dos de mulet et un réservoir-élévateur monté sur chariot ; ils peuvent être utilisés simultanément ou isolément. La figure 11 représente l'installation d'un poste d'eau dans un campement d'infanterie ; chaque homme peut venir puiser l'eau filtrée dans des bidons. Ce filtre se compose de deux éléments : un dégrossisseur et un finisseur, ce qui permet d'avoir de l'eau très pure.

Pour la cavalerie, qui nécessite de grandes quantités d'eau, le réservoir-élévateur est de dimensions assez fortes; il est monté sur un

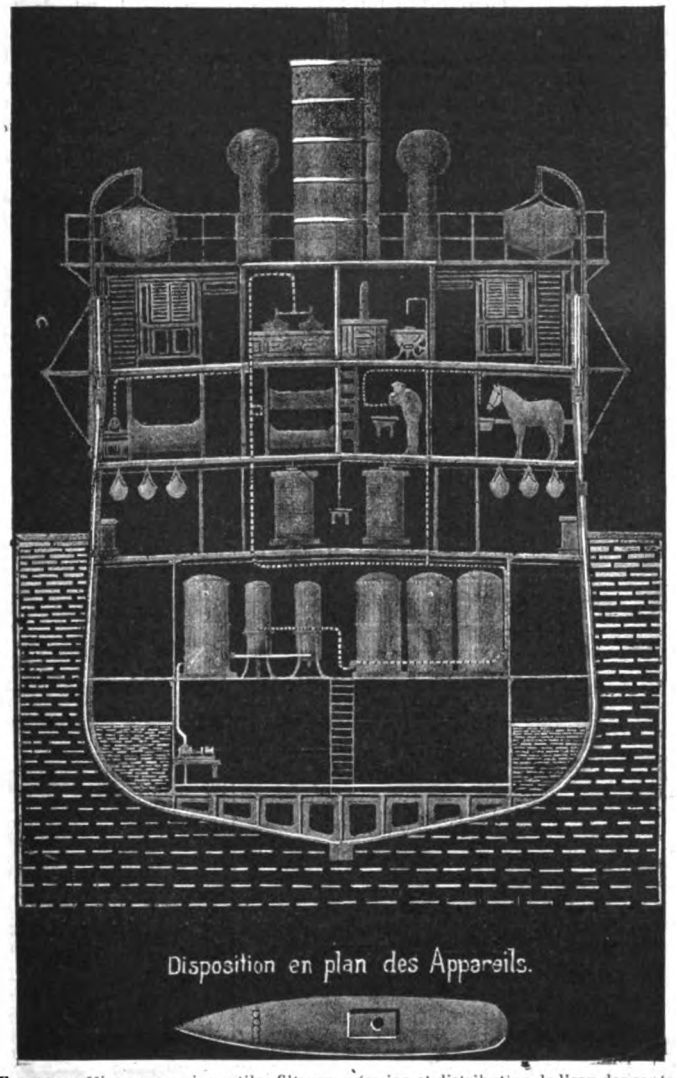


Fig. 13. — Mise en pression utile, filtrage, aération et distribution de l'eau des soutes dans un transport ou navire de guerre.

chariot (fig. 12) et muni d'un filtre travaillant sous l'action de l'appareil Carré.

Pour un navire, la distribution est identique à celle d'une maison et elle occupe très peu de place en plan. La coupe du bateau représentée fig. 13 indique la disposition des réservoirs-élévateurs et de la canalisation.

En résumé, les applications que nous venons d'indiquer et la description que nous avons donnée montrent que les appareils distributeurs d'eau du système Carré sont à la fois simples et pratiques. Ils ne surchargent pas les combles et ne les exposent pas à l'humidité, ainsi que le font les réservoirs supérieurs ; ils sont à l'abri de la gelée, facilement accessibles et nettoyables ; ils donnent de l'eau pure et fraiche en toute saison et permettent de la distribuer facilement, avec une pression suffisante, en tous les points. Ils réalisent un véritable progrès et, dans beaucoup de circonstances, sont susceptibles de rendre de réels services.

Henri MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ART MILITAIRE

ESSAIS DES CANONS A TIR RAPIDE CANET
à bord du « Presidente Pinto ».

Le vendredi 26 février dernier, ont eu lieu en mer les essais de l'artillerie du croiseur chilien « Presidente Pinto ». C'est un navire 2000 tonneaux, construit à la Seyne par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, à la suite de la commande faite par la Commission chilienne présidée par M. l'amiral La Torre.

L'armement de ce navire se compose de :

4 canons Canet de 15 centimètres de 45 calibres, montés en encorbellement, deux de chaque bord, et pouvant tirer les uns en chasse, les autres en retraite ;

2 canons Canet de 12 centimètres de 45 calibres, montés sur affûts à pivot central sur la tengue et sur la dunette, et tirant l'un en chasse, l'autre en retraite;

4 canons à tir rapide Hotchkiss de 37 millimètres, disposés sur les passerelles ;

2 canons-revolver Hotchkiss de 37 millimètres, installés sur les hunes ;

2 mitrailleuses Maxim installées également dans les hunes ;

3 tubes lance-torpilles Canet disposés l'un en chasse, les deux autres en travers dans la batterie.

La mer était calme, et le temps était très favorable à ce genre d'expériences.

La brume n'ayant pas permis de commencer les tirs des grosses pièces dès le matin, on a d'abord lancé un modèle de torpille avec chacun des trois tubes ; la chasse a été excellente, la fausse torpille tombant à 8 ou 10 mètres du bord. Cette fausse torpille était ensuite repêchée par un canot, ramenée à bord et hissée dans la batterie au moyen de palans.

Il a été procédé ensuite aux essais des canons Hotchkiss et des mitrailleuses Maxim, qui ont tiré deux cents coups chacune en deux salves.

Les canons à tir rapide Canet de 12 et de 15 centimètres ont subi chacun un tir de deux coups, dont un en chasse ou en retraite à 0° et l'autre en belle à un angle de 5 à 10° de pointage en hauteur.

Ils avaient déjà été soumis, au polygone du Hoc, à un tir de six coups par pièce.

Pour les canons de 12 centimètres, le projectile est monté à l'extrémité de la douille; pour ceux de 15 centimètres, le projectile et la douille sont séparés à cause de l'aménagement des soutes.

Mais en principe, même pour ce calibre élevé, le projectile est toujours monté à l'extrémité de la douille.

Le poids du projectile est de 40 kilogr. pour le canon de 15 centimètres et de 21 kilogr. pour celui de 12 centimètres.

La charge employée était de 9^{kil} 700 pour le 15 centimètres, et de 4^{kil} 800 pour le 12 centimètres.

La vitesse initiale est de 700 mètres pour la charge de service, mais à forte charge et avec une poudre convenable, on obtient 800 mètres sans dépasser 2 400 kilogr. pression.

Les affûts se manœuvrent facilement, la culasse s'ouvre avec une demi-main à tous les coups.

La mise de feu à percussion a très bien fonctionné.

On n'a remarqué aucun fléchissement du pont.

Lorsque les tirs réglementaires ont été terminés, on a procédé à un tir de rapidité avec le canon Canet de 12 centimètres de chasse placé sur la tengue.

Le service de la pièce était assuré par : Un pointeur ; un servant qui ouvre et ferme la culasse ; un servant qui charge ; un servant qui enlève les douilles.

Il a été tiré une salve de 10 coups avec charge de poudre sans fumée. Le pointeur donnait à chaque coup le signal de la mise de feu. Entre le commandement : Chargez ! et le dernier coup, il s'est écoulé 54 secondes.

Tous les mouvements et le retour en batterie, notamment, ont été exécutés avec une précision mathématique.

C'était le premier essai de rapidité fait à bord d'un navire avec des canons français à tir rapide de gros calibre (supérieur à 10 centimètres).

Il était intéressant de faire ces essais à bord, car les conditions ne sont pas, à beaucoup près, aussi favorables que dans un polygone en terre ferme.

Les manœuvres sont gênées par l'instabilité de la plateforme et les installations du bord.

Ces expériences étaient dirigées par M. le commandant Valenzuela Day, président de la Commission chilienne, et par M. le commandant Perez.

En l'absence de M. Canet, M. le commandant Roger avait pris la direction des tirs.

En raison de l'intérêt tout spécial qu'elles présentaient, M. l'amiral Ménard, inspecteur de l'artillerie et des torpilles, s'était rendu à bord du « Pinto », accompagné de son adjoint, M. le capitaine de vaisseau Giron.

En outre, la Commission chilienne avait invité MM. Clémenceau, de la Ferronays, Ménard-Dorian, députés, qui étaient intervenus au moment de la discussion du budget de la marine, à l'occasion des canons à tir rapide, qu'ils jugeaient nécessaires à l'armement de notre flotte.

Ces Messieurs avaient préconisé l'emploi des canons à tir rapide Canet, qui avaient déjà fait leurs preuves, et ils désiraient se rendre compte par eux-mêmes des conditions de service à bord de ce matériel.

Toutes les personnes présentes ont été très satisfaites des expériences et ont pu constater que l'artillerie Canet à tir rapide fonctionnait parfaitement.

Ces canons sont semblables aux trente canons Canet de 10 centimètres à tir rapide qui ont été commandés par la marine française pour l'armement de plusieurs des bâtiments de la flotte, entre autres du « Bouvines ». Toutefois, ces derniers canons seront plus puissants, car ils donnent 800 mètres en service courant.

On ne peut que féliciter la marine de s'être adressée à l'industrie privée, car tous ces essais faits avec les canons Canet sont de bon augure.

J. P.

Digitized by Google

CHEMINS DE FER

LE CHAUFFAGE DES TRAINS DE CHEMINS DE FER

(Suite[1].)

Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

Nous avons indiqué, dans notre précédent article, l'intéressant progrès réalisé par la Compagnie de l'Ouest dans le chauffage de ses trains, par l'emploi du thermo-siphon. Nous allons, dans ce qui va suivre, passer en revue ce qui a été réalisé par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. Il est bon de rappeler, tout d'abord, la part considérable et primordiale qui revient à la Compagnie de l'Est dans cet ordre d'idées. Le froid sévit souvent, d'une façon rigoureuse, dans plusieurs départements traversés par les lignes du réseau concédé à cette Compagnie. Aussi, dès 1873, directement intéressé à donner une solution satisfaisante à cette question, son Conseil d'administration ouvrait les crédits nécessaires pour en faire une étude complète. En 1876, les résultats de cette étude étaient résumés dans le bel ouvrage de M. Regray dont nous avons parlé précédemment (2). Dans cette tâche importante, M. Regray trouvait un concours aussi large que dévoué, auquel il s'empressait de rendre justice, de la part de M. Salomon, Ingénieur de la traction et du matériel de la Compagnie, et de M. Flaman, chef des études du matériel. La question a été étudiée à fond, sans parti pris, d'une façon plus complète qu'on ne le croit généralement dans le public, même technique. Les différents systèmes en usage ont été analysés dans tous leurs détails, et rien n'a été omis ni en France, ni à l'étranger. Cet important document, auquel on ne saurait assez se reporter, constitue une base certaine pour toutes les discussions techniques qui pourraient être soulevées à ce sujet. En ce qui concerne les moyens de chauffage pratiqués à l'étranger, M. Polonceau, alors sous-directeur de l'exploitation de la Staatsbahn, et M. Gottschalk, alors Ingénieur en chef du matériel et de la traction des Chemins de fer du Sud-Autrichien, apportèrent à l'enquête ouverte de nombreux et intéressants éléments.

Avant d'entrer dans la description de l'état actuel du chauffage sur le réseau de l'Est, rappelons brièvement les phases par lesquelles il a passé.

Jusqu'à l'hiver de 1876-1877, les seuls compartiments chauffés sur le réseau de l'Est étaient ceux des voitures de 1re classe du grand réseau, de la banlieue et de la ligne de Vincennes. On y employait un effectif de 2 400 bouillottes.

En 1877-1878, le chauffage était étendu aux voitures de 2e et 3e classe pour les trains d'une durée de trajet supérieure à deux heures; l'effectif des bouillottes était porté à 11 000, entraînant une dépense de premier établissement de 700 000 francs environ et une dépense annuelle d'environ 285 000 francs.

Depuis lors, l'extension du chauffage a été progressive et s'est appliquée successivement d'abord aux prolongements des lignes principales, puis aux trajets d'une durée inférieure à deux heures.

En 1889-1890, le chauffage était étendu à toutes les petites lignes du réseau non encore chauffées. La Compagnie disposait dès lors d'un effectif de 17 645 chaufferettes, et la dépense annuelle d'entretien s'élevait à 468 000 francs. Le chauffage par thermo-siphon y entrait pour 29 000 francs.

Au 1er janvier 1891, les voitures de toutes classes de tous les trains de voyageurs de la Compagnie de l'Est étaient chauffées, excepté celles de la banlieue de Paris, dans lesquelles on ne chauffait que les compartiments de 1re classe et ceux de dames seules. Cette lacune sera prochainement comblée et le chauffage des impériales fermées, au moyen de poêles, que nous décrirons plus loin, est un intéressant progrès dans cette voie.

On comprendra l'importance d'un progrès de ce genre, même limité, en considérant que, pour la Compagnie de l'Est seulement, l'extension complète du chauffage mise à l'étude porte à près de 1 300 000 francs les frais spéciaux de premier établissement, et à près de 568 000 francs les dépenses annuelles. L'argent et le temps nécessaires à l'appropriation du matériel sont des facteurs importants en pareille matière, et ils ne dépendent pas entièrement de la bonne volonté des Compagnies. Nous constatons néanmoins, avec autant de plaisir que de justice, que des efforts très considérables et continus ont été faits, que la voix énergique et respectée de M. Yves Guyot, alors ministre des Travaux publics, a été entendue, et que nous toucherons à très bref délai au desideratum exprimé par le public lors de nos rigoureux hivers.

Examinons maintenant l'état actuel des procédés mis en œuvre sur le réseau de l'Est pour le chauffage des trains.

La Compagnie de l'Est emploie différents systèmes pour le chauffage de son matériel à voyageurs; ce sont :

1° *Les bouillottes ordinaires à eau*, dont l'emploi est presque général;

2° *Les appareils thermo-siphons* à circulation d'eau chaude, montés sur environ 75 véhicules;

3° *Les poêles fixes* appliqués seulement dans les voitures à deux étages du service de banlieue et de la ligne de Vincennes pour le chauffage des impériales fermées;

4° *Le chauffage par la vapeur* empruntée à la locomotive. Ce dernier système vient seulement d'être mis à l'essai et n'a encore fonctionné que sur deux rames de véhicules assurant le service de dix trains journaliers de la banlieue de Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 16, p. 254.

(2) *Le chauffage des voitures de toutes classes sur les chemins de fer*, par L. Regray. — Paul Dupont. Paris, 1876.

I. Chauffage par bouillottes ordinaires à eau. — Ainsi qu'il est dit ci-dessus, c'est ce système de chauffage qui est employé d'une manière à peu près générale.

Installations de réchauffage. — Le réchauffage des bouillottes s'effectue dans les gares de différentes façons, suivant le nombre de bouillottes chaudes que ces gares ont journellement à fournir.

Appareils à noria. — Dans les grandes gares (comme celles de Reims, Troyes, Vesoul, Charleville, etc.), on emploie depuis 1878 des appareils dits à « norias », dans lesquels le réchauffage des bouillottes est obtenu par l'immersion dans l'eau à 100 degrés.

La noria est verticale et ses augets sont des paniers métalliques qui reçoivent les bouillottes et sont articulés sur les maillons de deux chaînes sans fin. Le nombre total de ces paniers est de 36, dont 24 sont immergés en même temps. La noria plonge dans un puits rempli d'eau chaude maintenue à une température voisine de 100° par la condensation d'un jet de vapeur; l'immersion des bouillottes dans le puits dure environ 5 minutes. La vitesse de rotation des tambours entraînant la chaîne sans fin est telle qu'on peut réchauffer environ 250 chaufferettes à l'heure avec chaque appareil.

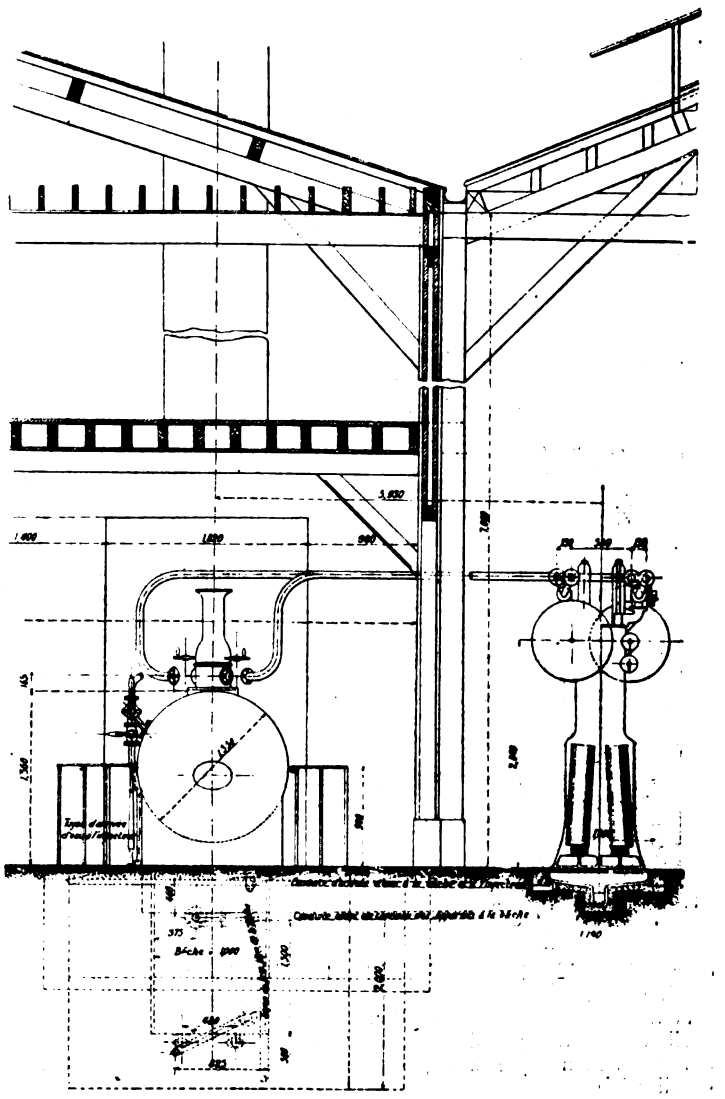


Fig. 1. — Installation de la chaufferetterie de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, à Paris.

L'expérience a démontré toutefois la difficulté de maintenir étanches les puits de ces norias, et l'on a eu à constater l'usure très rapide et coûteuse des principaux organes des engins mécaniques employés pour l'immersion.

Appareils à injection directe de vapeur. — Pour ces raisons, la Compagnie de l'Est a commencé, il y a deux ans, à remplacer les norias de ses gares de Nancy et de Paris, par des appareils à *injection directe de vapeur*, qui ont l'avantage d'être plus robustes de construction, mois encombrants et d'un fonctionnement plus sûr et plus rapide, enfin de coûter moins cher comme frais de premier établissement.

Les appareils de la gare de Nancy, qui sont les premiers qui aient été montés, sont d'un type emprunté à la Compagnie d'Orléans. Ils sont au nombre de deux et se composent chacun essentiellement d'un châssis rectangulaire en fonte, dans lequel coulisse de bas en haut ou de haut en bas, suivant les besoins, une herse qui porte à sa partie inférieure 20 tubulures en cuivre rouge munies chacune d'un robinet.

La herse, qui se manœuvre au moyen d'un levier à contrepoids, est mise en communication avec la prise de vapeur par un tuyau qui forme plongeur dans un cylindre raccordé à un tuyau de prise de vapeur.

Le remplissage des chaufferettes est fait en dehors de l'appareil au

Digitized by Google

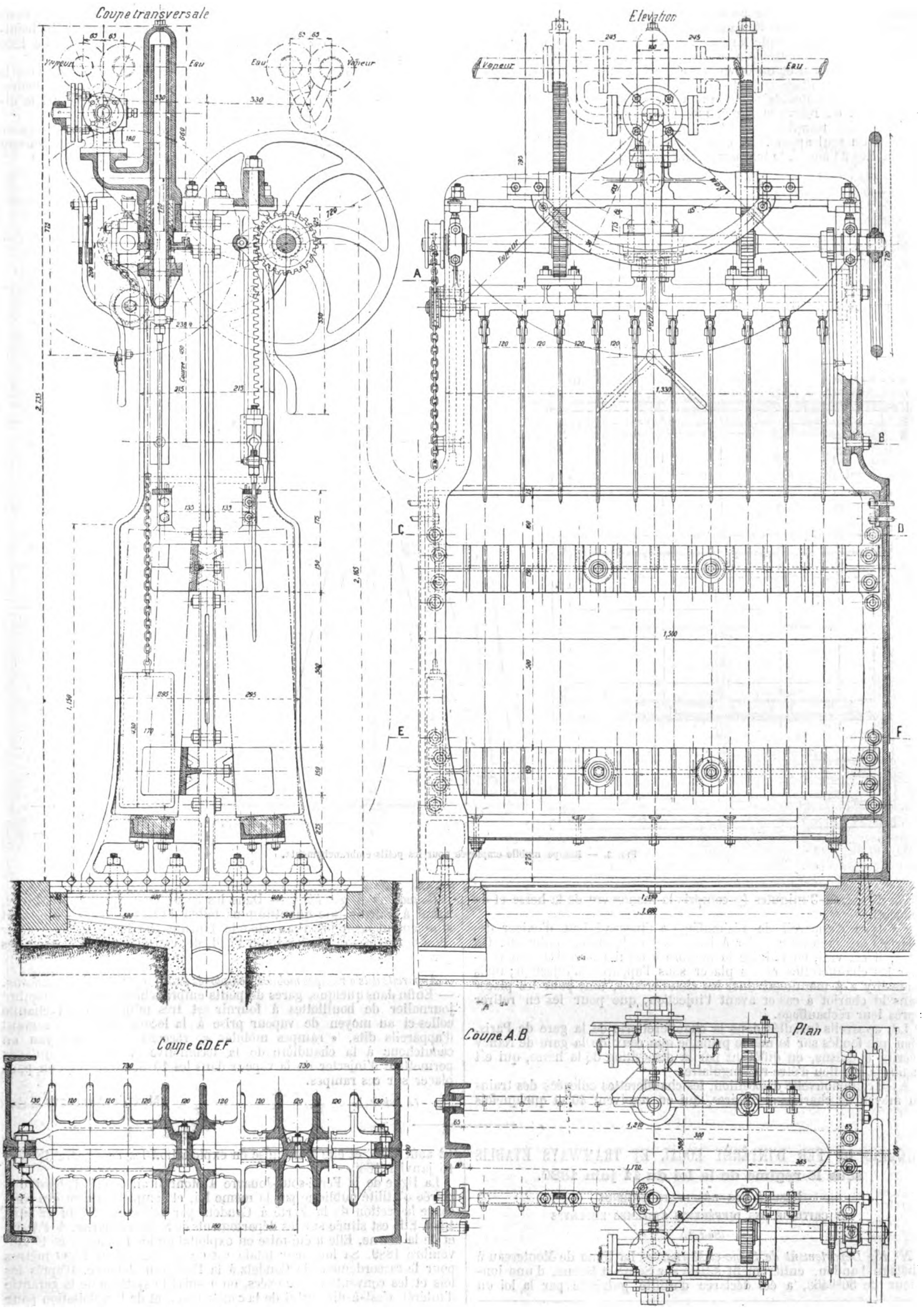


Fig. 2. — Ensemble de l'appareil rectiligne pour réchauffer les chaufferettes.

Digitized by Google

moyen d'un tuyau de caoutchouc fixé à une prise d'eau, et qu'il suffit de faire passer successivement dans chacune des bouillottes avant de procéder à leur réchauffage. Pour effectuer cette dernière opération, on place sous la herse, dans une position qui est déterminée exactement sur la plaque de fondation de l'appareil, un chariot contenant les 20 bouillottes placées debout : on descend ensuite la herse à fond de course et on ouvre le robinet de prise de vapeur, pour opérer le réchauffage. Quand celui-ci est terminé, c'est-à-dire environ après deux minutes de fonctionnement, on ferme le robinet de prise de vapeur, on relève la herse, puis on retire le chariot qui est immédiatement remplacé par un autre.

Avec un seul appareil de ce type, on peut arriver à réchauffer 400 bouillottes à l'heure, le temps nécessaire pour réchauffer 20 bouillottes étant d'environ 3 minutes (y compris la manœuvre de la herse et du chariot).

Ce type d'appareil de réchauffage a l'inconvénient d'exiger des chariots spéciaux avec casier à bascule, lourds et encombrants. On peut, il est vrai, en réduire le nombre à celui nécessaire pour recevoir les chaufferettes et les placer sous l'appareil d'injection; mais alors il y a à manutentionner les chaufferettes, tant pour les placer dans le chariot à casier avant l'injection, que pour les en retirer après leur réchauffage.

Les appareils installés dans la chaufferetterie de la gare de Paris, bien que fondés sur le même principe que ceux de la gare de Nancy décrits ci-dessus, en diffèrent par la disposition de la herse, qui est *rectiligne*, au lieu d'être rectangulaire.

Avec cette nouvelle disposition, les chaufferettes enlevées des trains au moyen de chariots ordinaires, qui en reçoivent 40 et quelquefois même 50, sont placées sous l'appareil une à une et à la main, dans un râtelier disposé à cet effet.

Le nombre des appareils de cette nature installés en gare de Paris est de 12, permettant chacun d'effectuer le réchauffage de 10 bouillottes à la fois et de produire, au besoin, à l'heure, de 1000 à 1200 chaufferettes réchauffées.

Le nombre maximum de bouillottes nécessaires à l'heure dans la période de la journée la plus chargée, c'est-à-dire entre 6 et 7 heures du soir, est, pour la composition actuelle des trains, de 794 le dimanche et 680 dans la semaine.

La disposition rectiligne des appareils est très avantageuse, parce qu'ils n'exigent qu'un emplacement relativement restreint et peuvent même à la rigueur être appliqués le long d'un mur.

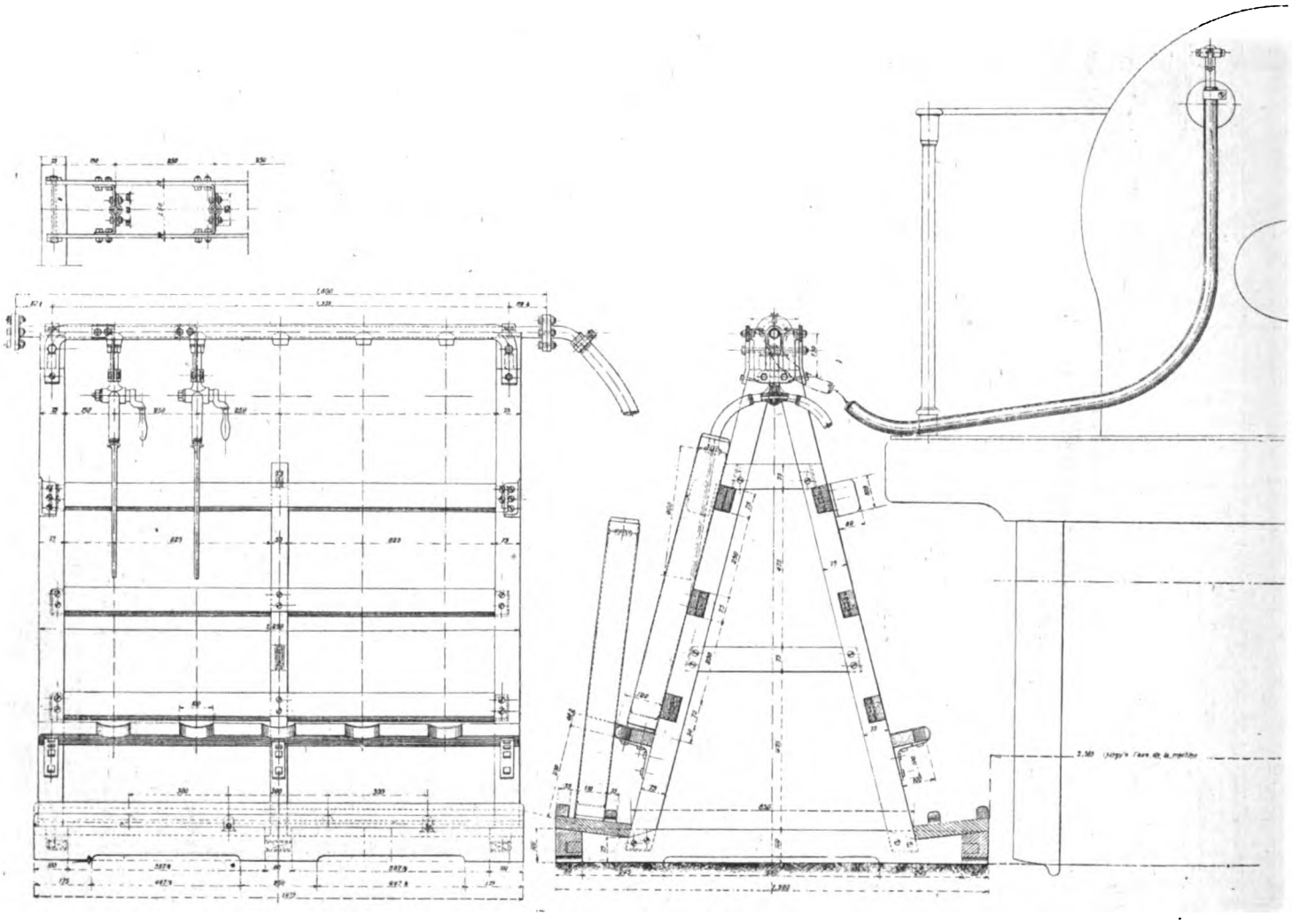


Fig. 3. — Rampe mobile employée pour les petits embranchements.

Chaudières à air libre. — Dans les gares de moindre importance, ayant à fournir une quantité plus faible de bouillottes, celle-ci sont simplement remplies d'eau chaude fournie par des chaudières à air libre ordinaires ou du système Field, de capacité variable selon les gares.

Appareils dits « rampes mobiles » employés pour les petits embranchements. — Enfin dans quelques gares de petits embranchements, où le nombre journalier de bouillottes à fournir est très minime, on réchauffe celles-ci au moyen de vapeur prise à la locomotive en se servant d'appareils dits, « rampes mobiles », raccordés par un tuyau en caoutchouc à la chaudière de la locomotive et munis d'ajutages permettant d'injecter de la vapeur dans les 10 bouillottes qu'on peut placer sur ces rampes.

(A suivre.) Max de Nansouty.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés

(Suite [1]*.)*

N° 13. Département de Seine-et-Marne. — La ligne de Montereau à Château-Landon, entièrement située sur Seine-et-Marne, d'une longueur de 50kil458, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 12 août 1885, et elle a été mise en exploitation les 1er octobre 1888 et 15 janvier 1889.

La ligne de la Ferté-sous-Jouarre à Montmirail a été d'abord déclarée d'utilité publique par la même loi, et complétée en ce qui concerne la section de la Ferté à Coudetz par une autre loi du 22 juin 1888. Elle est située sur les départements de Seine-et-Marne, de l'Aisne et de la Marne. Elle a été mise en exploitation les 15 février et 1er novembre 1889. Sa longueur totale est de 44kil624, dont 1 790 mètres pour le raccordement de Condetz à la Ferté-sous-Jouarre. D'après les lois et les conventions annexées, on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de 99 ans par un concessionnaire.

Le département de l'Aisne s'est désintéressé de la question, et les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 15, p. 238; n° 16, p. 256; n° 17, p. 283 et n° 18, p. 297.

Digitized by Google

Digitized by Google

MACHINES OUTILS POUR LE TOURNAG

E & Ph. Bouhey fils,

Fig 1. Elévation.

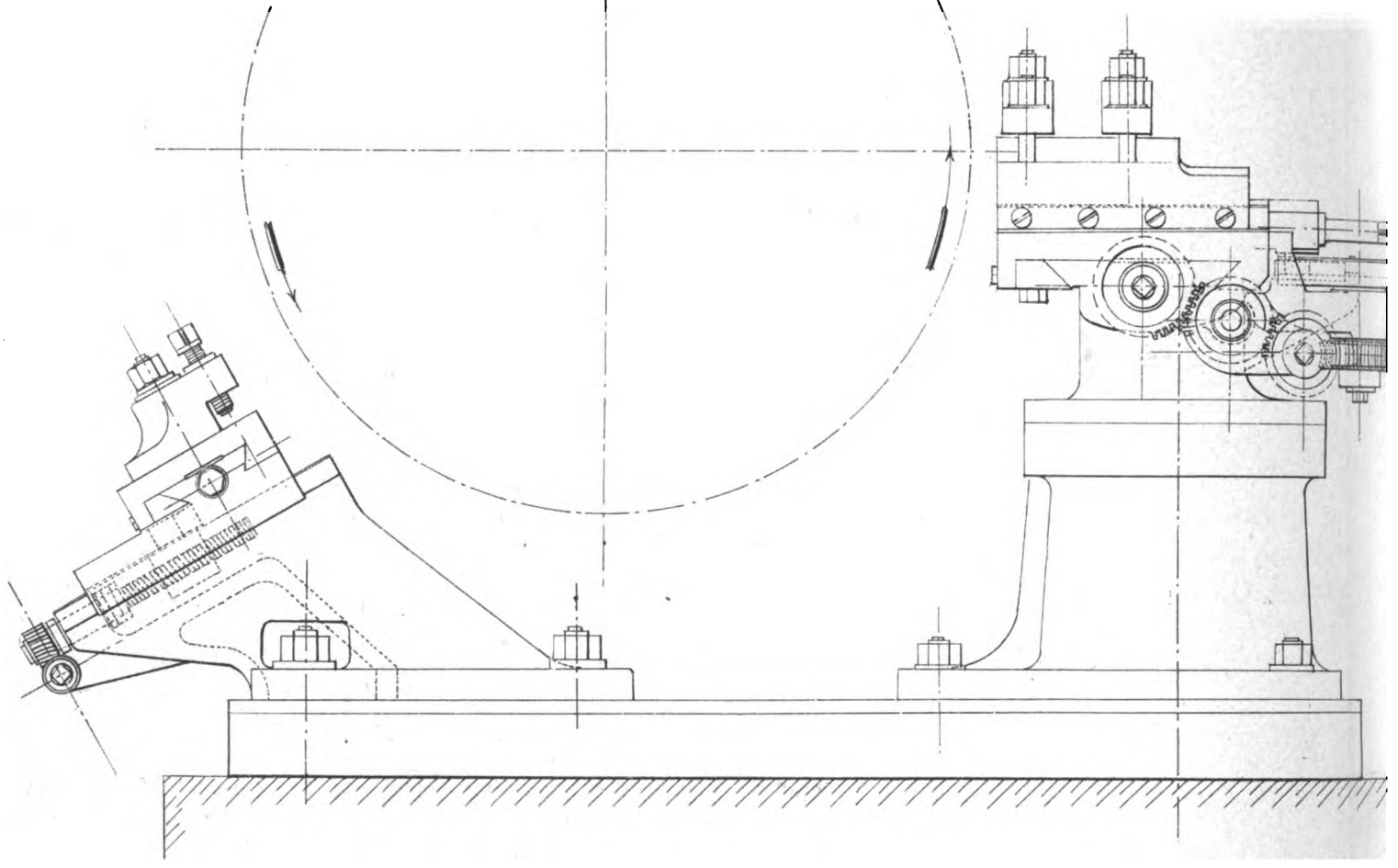
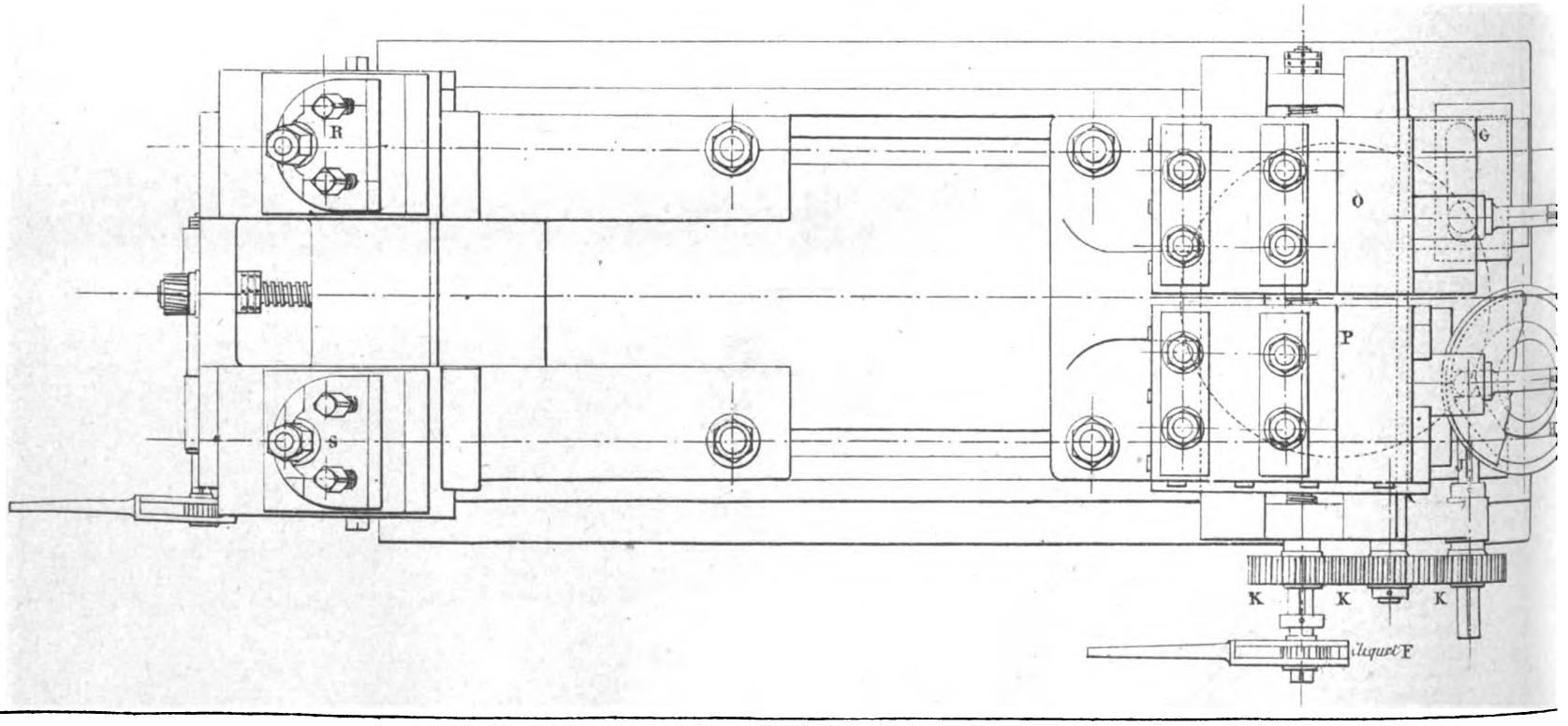


Fig. 2. Plan

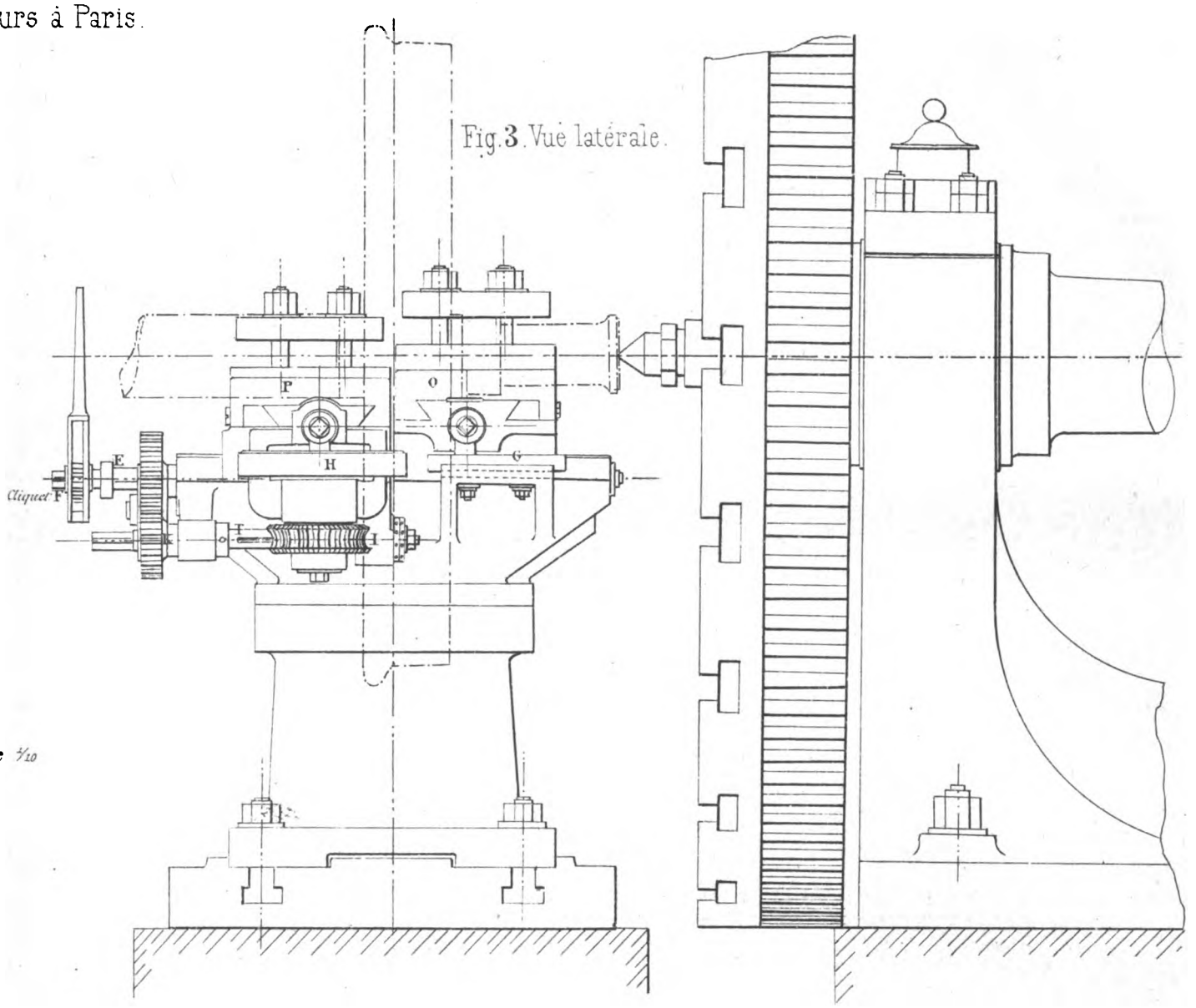


Digitized by Google

E AUTOMATIQUE DES BANDAGES DE ROUES

Constructeurs à Paris.

Fig. 3. Vue latérale.



Echelle de 1/10

Fig. 4. Vue en plan du gabarit pour le tournage du boudin

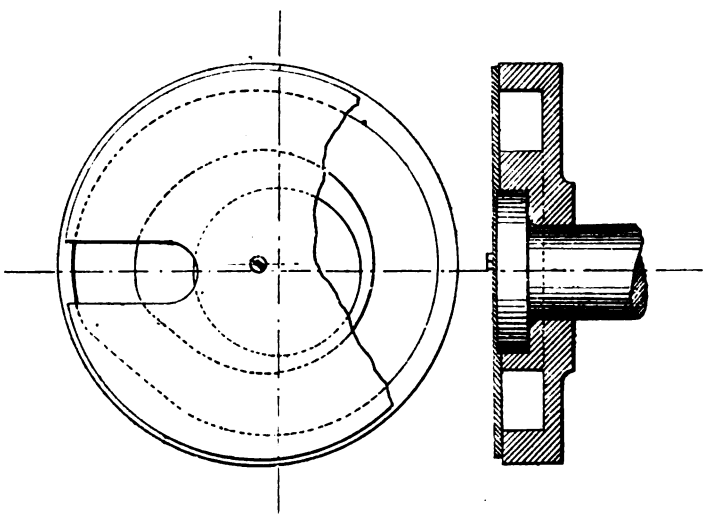
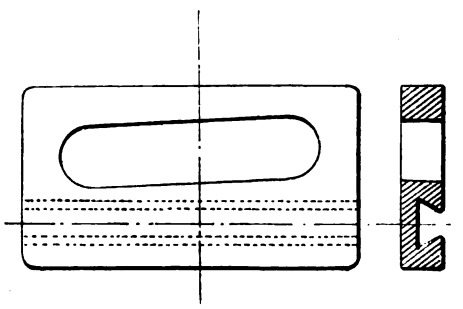


Fig. 5. Vue en plan du gabarit pour le tournage de la face de roulement



Echelle de 1/6

Digitized by Google

Digitized by Google

départements de Seine-et-Marne et de la Marne se sont engagés à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance, tant à l'aide de leurs ressources propres qu'à l'aide de la subvention de l'Etat, en prenant à leur charge, et chacun par moitié, les dépenses afférentes à la portion de ligne située sur le territoire de l'Aisne.

Pour le raccordement de Condetz à la Ferté, le département s'est réservé la faculté de rembourser une partie des dépenses de premier établissement jusqu'à concurrence de 303 400 francs, et il a usé de cette faculté.

Le capital de premier établissement a été fixé à 56 300 francs pour la ligne de Montereau à Château-Landon, et à 51 040 francs pour la ligne de la Ferté à Montmirail.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 159 639 francs pour l'ensemble des deux lignes soit à $\frac{159\,639}{50\,458 + 44\,624} = 1\,679$ fr.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2000 + \frac{R}{3}.$$

Voyons les résultats :

Pour la ligne de Montereau à Château-Landon, les recettes brutes kilométriques ont été :

En 1889 de 3 089 fr. 50.

En 1890 de 3 308 fr. 60.

Pour la ligne de la Ferté à Montmirail, ces recettes ont été, en 1890, de 1 879 francs.

En ce qui concerne l'Etat, il ne paiera pas tout à fait son maximum de 1 679 francs par kilomètre.

Le seul maximum applicable est, en effet, $\frac{1}{2}$ I.

Or, en appliquant ces données, on a pour la première ligne :

$$I = 0{,}05 \times 56\,300 + F - R = 4\,815 - \frac{2}{3} R.$$

$$\frac{1}{2} I = 2\,407{,}5 - \frac{R}{3}.$$

Pour 1890 : $R = 3\,308{,}6$

d'où $\frac{1}{2} I = 2\,407{,}5 - 1\,102{,}8 = 1\,304{,}7.$

C'est cette somme que l'Etat et le département doivent en 1890.

Pour la deuxième ligne on a de même :

$$\frac{1}{2} I = 2276 - \frac{R}{3}$$

et en 1890 pour $R = 1879$

$$\frac{1}{2} I = 1\,650.$$

C'est cette dernière somme qui serait due par l'Etat et par les départements de Seine-et-Marne et de la Marne au concessionnaire. Ce n'est pas tout à fait exact, parce que le département de Seine-et-Marne a remboursé au concessionnaire les 303 400 francs prévus pour le raccordement dont nous avons parlé plus haut; mais, sans nous occuper de ce détail, qui ne changerait pas sensiblement les résultats, on peut dire que l'Etat et les départements paieront en 1890 par kilomètre :

Pour la première ligne chacun 1 304,7 ou 2 609 fr. 4;

Pour la deuxième ligne chacun 1 650 ou 3 300 francs.

Ces subventions diminueront avec l'augmentation des recettes, et deviendront nulles quand on aura $\frac{1}{2} I = 0$, c'est-à-dire quand les recettes atteindront :

7 222 fr. 50 sur la première ligne,

et 6 828 francs sur la seconde.

L'Etat et les départements ont donc grand intérêt à ce que les recettes augmentent.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a peut-être réalisé un certain bénéfice sur les frais de premier établissement et, dans tous les cas, il touche les intérêts de la totalité à 5 %, ce qui est un bon placement. L'exploitation lui est payée au moyen de la formule

$$F = 2\,000 + \frac{R}{3}$$

Ce qui donne :

Pour la première ligne $F = 2\,000 + \frac{3\,308{,}6}{3} = 3{,}102{,}80$

Et pour la deuxième $F = 2\,000 + \frac{1\,879}{3} = 2\,626{,}00.$

Il ne doit pas y perdre.

A-t-il au moins intérêt à développer le trafic? Nous ne le pensons pas. Admettons, en effet, que pour la première ligne, son coefficient d'exploitation soit égal à 1, c'est-à-dire que ses frais réels soient égaux aux recettes; si les recettes augmentaient de 50 % et passaient de 3 300 (chiffre de 1890) à 4 950, les deux tiers de l'augmentation profiteraient à l'Etat et au département et le concessionnaire n'en conserverait qu'un tiers ou $\frac{1\,650}{3} = 550$ francs.

Pour ne pas y perdre, il faudrait donc que son coefficient d'exploitation nouveau ne dépassât pas $\frac{3\,300 + 550}{4\,950} = 0{,}77.$

Lorsque les recettes passent de 3 300 à 4 950 francs, le coefficient d'exploitation peut-il baisser de 1 à 0,77? Il est permis d'en douter. Par suite, et sans nous occuper de la seconde ligne, pour laquelle le raisonnement serait le même, le concessionnaire n'a pas d'intérêt immédiat à développer le trafic, et cela tient uniquement à l'emploi de la formule $F = A + \frac{R}{3}$.

Il est vrai que le concessionnaire contracte chaque année des dettes importantes envers le département et l'Etat, mais ces dettes ne portent pas intérêts et ne seront remboursées que lors de l'application de l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, à partir du moment où l'on aura pour la première ligne :

$$R = 0{,}06 \times 56\,300 + 2\,000 + \frac{R}{3}$$

ou $R = 8\,067$ francs,

et pour la deuxième ligne :

$$R = 7\,593 \text{ francs.}$$

Il est impossible de prévoir si ce résultat sera obtenu avant la fin de la concession.

N° 16. Département de la Charente. — La ligne d'Angoulême à Rouillac, d'une longueur de 36km 546, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 7 juillet 1886 et a été mise en exploitation le 19 novembre 1889.

D'après la loi et la convention annexée, on a suivi le système de la garantie d'intérêt, c'est-à-dire celui de la construction et de l'exploitation pour une période de quatre-vingt-dix-neuf ans par un concessionnaire. Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'intégralité de l'insuffisance, tant à l'aide de ses ressources propres qu'à l'aide des subventions communales et particulières et de la subvention de l'Etat.

Le capital de premier établissement est fixé à 82 055 francs. Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 55 500 francs en totalité, soit à 1 519 francs par kilomètre (1).

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2000 + \frac{R}{3}.$$

Voyons les résultats :

En 1890, les recettes ont été de 2 357 fr. 55 par kilomètre.

En ce qui concerne l'Etat, il a payé le maximum de sa subvention. Comme le premier maximum à rencontrer sera le deuxième de la circulaire de 1887 :

$$500 + \frac{m - R}{4} = 2\,500 - \frac{R}{4},$$

sa subvention ne diminuera que lorsque l'on aura :

$$1\,519 = 2\,500 - \frac{R}{4},$$

d'où : $R = 3\,924$ francs.

Elle ne sera nulle que lorsque les recettes atteindront 8 500 francs par application du troisième maximum.

Comme les recettes n'ont atteint, en 1890, que 2 337 francs, il est probable que l'Etat paiera longtemps son maximum.

En ce qui concerne le département, il paiera l'insuffisance, moins la subvention de l'Etat.

Or, $I = 0{,}05 A + F - R = 6\,102{,}75 - \frac{2}{3} R.$

Pour : $R = 2\,357{,}55$, on a : $I = 4\,531{,}05$,

et si on en retranche la subvention de l'Etat, 1 519 francs, il reste pour la subvention du département 3 012 francs par kilomètre et 110 090 francs en totalité.

Le département a grand intérêt à ce que les recettes augmentent pour diminuer sa subvention. Elle deviendra nulle lorsque l'insuffisance sera nulle, c'est-à-dire lorsque les recettes atteindront 9 154 fr.

En ce qui concerne le concessionnaire, il n'a peut-être pas réalisé de bénéfice sur le prix de construction, car la ligne présentait certaines difficultés aux abords d'Angoulême, et elle a été, paraît-il, bien construite. Cependant le concessionnaire reçoit les intérêts du capital à 5 % et on lui rembourse ses frais d'exploitation évalués par la formule $F = 2000 + \frac{R}{3}$, soit 2 785 fr. 85 pour une recette de 2 357 fr. 55; cela doit approximativement lui suffire.

A-t-il intérêt à ce que le trafic augmente?

Admettons que son coefficient d'exploitation soit égal à 1 et supposons que les recettes augmentent de moitié, soit de 1 179 francs, et montent ainsi à 3 537 francs (= 1 179 + 2 358).

Le concessionnaire recevra en moins, comme garantie, les deux tiers de l'augmentation et n'en conservera que le tiers, soit 393 francs. Pour ne pas y perdre, il faudra que son coefficient d'exploitation nouveau soit au plus égal à $\frac{2\,358 + 393}{3\,537} = 0{,}77.$

Le coefficient d'exploitation peut-il baisser de 1 à 0,77 lorsque les recettes montent de 2 358 francs à 3 537 francs?

S'il s'agissait d'un trafic de marchandises ce ne serait pas possible, mais comme il ne s'agit dans l'espèce que d'un trafic de voyageurs, cela n'est pas impossible. Quoi qu'il en soit, l'intérêt du concessionnaire à développer le trafic n'est pas considérable. Il est vrai qu'il

(1) Le maximum de la subvention de l'Etat a été calculé en supposant une recette brute minimum, impôts déduits, de 4 000 francs par kilomètre, applicable à une longueur maximum de 37 kilomètres. Dans ce cas, en effet, la subvention kilométrique est de $500 + \frac{8\,000 - 4\,000}{4} = 1\,500$, soit pour 37 kilomètres 55 500 francs.

Digitized by Google

contracte chaque année des dettes importantes envers l'Etat et le département, mais ces dettes ne portent pas intérêts et ne seront remboursables que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, à partir du moment où l'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 82055 + 2000 + \frac{R}{3},$$

ou : $R = 10385$ francs.

Il est probable que ce moment n'est pas proche.

En résumé, pour une recette de 2 358 francs en 1890 :

L'Etat a payé par kilomètre	Fr.	1.519
Et le département.		3.012
TOTAL.		4.531

§ 1 *bis*. **Système de la garantie d'intérêt avec fixation d'un maximum.** — *N° 17. Département de Seine-et-Oise.* (Ligne de Valmondois à Epiais). — Cette ligne, d'une longueur de 13k 188, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 2 août 1883. Elle a été mise en exploitation le 14 juin 1886.

D'après la loi et la convention annexée, le concessionnaire a été chargé de construire la ligne et de l'exploiter pendant 99 ans. Le département s'est engagé à subvenir au paiement de l'insuffisance, mais seulement jusqu'à un maximum de 1 500 francs par kilomètre pendant 25 ans seulement à partir de la mise en exploitation.

La subvention de l'Etat est touchée par le département.

Le capital de premier établissement a été fixé à 96 492 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 9 870 francs, soit à 748 fr. 40 par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2000 + \frac{R}{4},$$

avec minimum de 6 000 francs par kilomètre.

Il en résulte que la formule ne sera appliquée que lorsque les recettes atteindront 16 000 francs.

Voyons les résultats :

	Recettes Totales.	Recettes Kilométriques.
1887. . . . . Fr.	23.661	1.794
1888.	26.637	2.020
1889.	30.355	2.302
1890.	31.006	2.351

En ce qui concerne la subvention de l'Etat, elle a toujours atteint le maximum prévu, et elle l'atteindra encore longtemps, car en raison du chiffre élevé de 6 000 francs prévu pour les frais kilométriques d'exploitation, le premier maximum $^1/_2$ I n'est pas applicable; on devra appliquer le troisième maximum

$^1/_2 (m + 500 - R) = 4250 - \frac{R}{2}$ lorsque la recette dépassera 7 000 francs, et par suite la subvention de l'Etat (748,4 par kilomètre) ne diminuera que lorsque la recette dépassera 7 003 francs, pour devenir nulle lorsque la recette atteindra 8 500 francs.

Bien que les recettes augmentent un peu chaque année, il n'est pas probable que ce résultat se produise avant l'expiration du délai de la garantie (25 ans).

En ce qui concerne la subvention du département, elle s'obtient en multipliant la longueur de la ligne par 1 500 francs et en retranchant du produit la subvention de l'Etat, 9 870 francs; on trouve ainsi que le département a payé annuellement 9 912 francs en totalité, soit 751 fr. 6 par kilomètre.

Cette subvention n'a pas de chance de diminuer, au contraire; en effet, si nous calculons l'insuffisance $I = 0{,}05\,A + F - R$,

en faisant $A = 96492$,

et $R = 6000$,

on trouve $I = 10824{,}60 - R$,

et en faisant le graphique prévu par la circulaire de 1887, on constate une anomalie singulière; quand les recettes seront comprises entre 7 003 et 8 500 la subvention de l'Etat diminuera par application du troisième maximum $^1/_2 (m + 500 - R) = 4250 - \frac{R}{2}$.

Par suite, la subvention kilométrique du département, qui a promis 1 500 francs au concessionnaire, augmentera de ce que celle de l'Etat diminuera, et elle deviendra égale à 1 500 quand l'Etat ne donnera plus rien, c'est-à-dire pour une recette kilométrique de 8 500 francs.

Elle restera égale à 1 500 tant que les recettes seront comprises entre 8 500 et 9 324 fr. 60, et ensuite elle diminuera suivant la formule de l'insuffisance $I = 10824{,}60 - R$, pour devenir nulle lorsque les recettes atteindront 10 824 fr. 60.

Un pareil résultat serait bien mauvais pour le département et il est probable qu'il n'a pas été soupçonné lorsque la convention a été faite. Il est infiniment probable qu'il ne se produira pas d'ici l'expiration du délai de garantie (25 ans); mais nous avons cru devoir le signaler pour montrer les bizarreries qui peuvent se produire par suite de l'application de la loi du 11 juin 1880.

En ce qui concerne le concessionnaire, il ne reçoit que la recette brute et les 1 500 francs du département, ce qui ne suffit même pas pour couvrir ses frais d'exploitation. Il a grand intérêt à développer les recettes, et comme elles sont assez faibles, on peut constater sur cet exemple les illusions que l'on s'est souvent faites sur les résultats de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local.

Le remboursement des avances faites par l'Etat ne commencera que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire à partir du moment où l'on aura :

$$R = 0{,}06 \times 96492 + 6000 = 11790 \text{ francs.}$$

Une pareille recette se fera sans doute longtemps attendre, et ce qu'il y a à remarquer, c'est que la formule $F = 2000 + \frac{R}{4}$ ne sera pas encore applicable, et qu'on ne l'appliquera que pour des recettes supérieures à 16 000 francs, ce qui probablement n'arrivera jamais.

En résumé en 1890, pour une recette kilométrique de 2 351 francs,

L'État paiera par kilomètre	Fr.	748 40
Et le département		751 60
TOTAL.	Fr.	1.500 »

Le concessionnaire a grand intérêt à développer le trafic, mais jusqu'à présent, il paraît avoir fait une bien mauvaise affaire.

Il est vrai que la ligne qui nous occupe a été récemment complétée par l'ouverture d'une nouvelle section entre Epiais-Rhus et Marines et que le concessionnaire a l'intention de la prolonger encore jusqu'à Marines-Us (station de la ligne de Paris à Dieppe), mais il est impossible actuellement de prévoir les résultats que ces prolongements pourront donner.

N° 18. Département de la Loire-Inférieure (Tramway). — La ligne de Châteaubriand à Saint-Julien de Vouvantes, d'une longueur de 14kil641, a été déclarée d'utilité publique par le décret du 17 mars 1887. Elle a été mise en exploitation le 18 novembre 1888. D'après le décret et la convention, on a suivi le système de la garantie, construction et exploitation par un concessionnaire pendant une période de 75 ans.

Le capital de premier établissement est fixé à forfait à 800 000 fr., soit à 54 641 francs par kilomètre.

Le maximum de la subvention de l'Etat est fixé à 20 000 francs, soit à 1 366 francs par kilomètre.

Le département s'est engagé à abandonner la subvention de l'Etat au rétrocessionnaire et à lui fournir seulement la moitié de l'insuffisance, en limitant sa subvention à un maximum de 20 000 francs comme l'Etat.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2000 + \frac{R}{3}.$$

Voyons les résultats :

Les recettes brutes kilométriques se sont élevées

En 1889, à	Fr.	2.303
En 1890, à		2.186

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum en 1889 et en 1890. En faisant le graphique de la circulaire de 1887, on trouve que le premier maximum que l'on rencontrera sera le deuxième

$$500 + \frac{m - R}{4} = 2000 - \frac{R}{4}.$$

Par suite, la subvention de 1 366 francs diminuera lorsque les recettes dépasseront 2 536 francs et deviendra nulle pour une recette de 6 500 francs par application du troisième maximum $^1/_2 (m + 500 - R) = 3250 - \frac{R}{2}$. Bien que les recettes aient, paraît-il, sensiblement augmenté en 1891, il est probable que l'Etat continuera à payer longtemps son maximum.

En ce qui concerne le département, il a également payé son maximum, soit 1 366 francs par kilomètre ou 20 000 francs en totalité et, de plus, comme il s'est engagé à payer la moitié de l'insuffisance qui est donnée par la formule

$$I = 0{,}05\,A + F - R$$

ou $$I = 4732 - \frac{2R}{3}$$

d'où $$^1/_2\, I = 2366 - \frac{R}{3},$$

sa subvention ne diminuera que lorsque les recettes atteindront 3 000 francs par kilomètre, et elle deviendra nulle quand les recettes atteindront 7 098 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il est loin de recevoir la totalité de l'insuffisance.

En effet, pour une recette de 2 186 francs, on a

$$I = 3276 \text{ francs}$$

et le concessionnaire ne reçoit du département et de l'Etat que

$$2 \times 1366 = 2732 \text{ francs.}$$

A-t-il intérêt à développer le trafic ?

Tant que la recette brute ne dépassera pas 2 536 francs par kilomètre, il recevra la même somme de l'Etat et du département, soit 2 732 francs, ce qui représente exactement l'intérêt à 5 % de ses frais de premier établissement; dès lors, si ses frais réels d'exploitation sont égaux aux recettes, c'est-à-dire si son coefficient d'exploitation est égal à 1, ce qui ne doit pas être loin de la vérité pour de pareilles recettes, il ne perd rien et son gain doit se limiter au bénéfice qu'il a peut-être réalisé sur la construction. Si les recettes dé-

Digitized by Google

passent 2536 francs, la subvention de l'Etat diminuera, et si elles dépassent 3000 francs, celle du département diminuera aussi. Nous rentrerons alors dans le cas que nous avons déjà examiné plusieurs fois avec la formule d'exploitation $F = 2000 + \frac{R}{3}$.

L'intérêt du concessionnaire à développer le trafic sera bien faible s'il n'est pas négatif.

Le remboursement des avances faites par l'Etat et le département ne commencera que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, à partir du moment où l'on aura

$$R = 0{,}06 \times 54641 + 2000 + \frac{R}{3}$$

ou $$R = 7918 \text{ francs.}$$

Il est certain que ce moment n'est pas proche.

En résumé, en 1890, pour une recette de 2186 francs, le département et l'Etat ont payé chacun 1366 francs ou, en totalité, 2732 fr. par kilomètre.

H. Heude,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

MÉCANIQUE

SUPPORTS SPÉCIAUX POUR TOURNAGE AUTOMATIQUE

des bandages de roues pour locomotives, tenders et wagons.

(Planche XX.)

Le profil d'un bandage de roue pour locomotives, tenders et wagons se compose de trois parties distinctes (fig. 1) :

1° Une partie droite A, dite de roulement, inclinée de $^1/_{20}$ sur l'horizontale, réunie à la suivante;

2° Une autre partie droite B inclinée de $^3/_{20}$;

3° Une partie courbe C comprenant le boudin et le congé qui s'y raccorde.

Dans l'état actuel de notre outillage, si on veut obtenir au tournage des bandages, et aussi économiquement que possible, un profil ainsi composé, on ne peut y parvenir que par des opérations successives qui se résument ainsi :

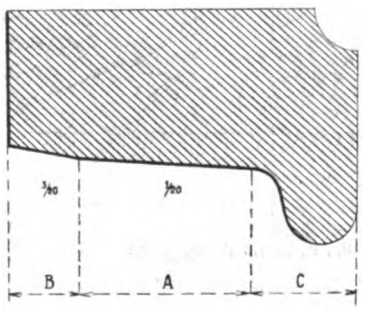


Fig. 1.

1° Tournage de la partie droite A, le chariot ayant été préalablement incliné de $^1/_{20}$;

2° Tournage de la partie droite B, ce même chariot incliné alors de $^3/_{20}$; ou bien, et pour éviter un déplacement du chariot, on exécute ce travail avec un outil dont le tranchant a la même inclinaison ;

3° Tournage de la partie courbe C, que l'on dégrossit d'abord approximativement avec un outil rond, déplacé à la main suivant deux axes rectangulaires, en se rapprochant, autant que possible, dans cette manœuvre, du profil indiqué. Le travail ainsi ébauché est ensuite achevé avec un outil de forme.

Toutes ces opérations, on le comprend, exigent la présence presque continue de l'ouvrier, et si, par raison d'économie, on veut utiliser les rares instants qui restent disponibles pour lui confier la conduite d'un second tour, la faible augmentation dans la production que l'on retrouve n'est obtenue qu'avec une réduction notable dans la production maximum que l'on pourrait exiger de chaque outil pris isolément.

C'est en se plaçant à ce dernier point de vue, et afin de se rapprocher du maximum de rendement pour chaque tour, tout en conservant une exécution irréprochable dans le travail effectué, qu'un mécanicien vient d'imaginer une modification qui les complète et en fait des outils d'une plus grande précision et toujours à la portée des ouvriers chargés ordinairement de ce travail.

La solution du problème est obtenue d'une manière très ingénieuse et se résume, à peu près, dans la substitution de deux chariots principaux O et P avec gabarits et outils à crochets, au chariot simple avec outils de forme actuellement placé devant chaque bandage à tourner.

Cette modification est complétée par l'addition de deux chariots auxiliaires R et S, installés à l'opposé des chariots principaux, pourvus également d'outils à crochet pour travailler les faces latérales des bandages.

Ces derniers chariots seront utilisés pour travailler des bandages neufs, mais rarement dans la réparation des essieux montés et alors que, seul, le rafraîchissage des bandages est jugé nécessaire pour ramener leur profil au tracé voulu (1).

(1) Cette modification des tours à bandages a fait l'objet d'un brevet français pris par la Maschinen Fabrik Deutschland à Dortmund, le 12 janvier 1891, sous le n° 208413 et dont MM. E. et P. Bouhey, constructeurs de machines-outils à Paris, sont les concessionnaires pour la France et les Colonies.

La marche d'un tour ainsi modifié se résume ainsi :

Les deux chariots principaux étant reliés par une vis commune E, mais à pas différent et opposé pour chacun d'eux, l'un des outils travaille les parties rectilignes A et B pendant que l'autre outil travaille la partie courbe C. A cet effet, chaque outil étant placé dans la position indiquée par un repère, aussi bien pour chacun des chariots pris isolément que par rapport à la face intérieure du bandage, on ouvre une saignée sur ce dernier avec le second outil et à la profondeur voulue pour obtenir à la fin du tournage le diamètre indiqué au roulement.

Le premier outil, placé au-dessus du second, est ensuite amené dans cette saignée et à la même profondeur. Il ne reste plus alors qu'à mettre en marche le cliquet F placé à l'extrémité de la vis commune pour que, sans aucune surveillance, chaque outil travaille la section du profil qui lui est assignée.

L'outil, qui donne les profils A et B, en même temps qu'il se dirige vers la face extérieure du bandage, se déplace perpendiculairement à cette direction, sollicité qu'il est par un gabarit G sur lequel s'appuie constamment un galet solidaire de la vis transversale du chariot.

La pression du galet sur le gabarit est assurée par la compression d'un ressort à boudin monté sur cette vis, et qui s'appuie par une de ses extrémités sur l'écrou fixé au chariot, et de l'autre sur une pièce formant coussinet pour recevoir le bout de la vis.

Il résulte de cette disposition que l'écrou comprime le ressort lorsque la vis est repoussée par le gabarit vers le bandage ; et dans l'hypothèse contraire, cet écrou est ramené en arrière sous la pression du ressort.

La compression initiale donnée au ressort doit donc être suffisante pour assurer toujours le contact du galet sur le gabarit, et cette compression est d'autant plus grande que l'outil était plus éloigné du bandage au début de l'opération.

L'outil du second chariot, donnant le profil C, se déplace aussi suivant deux axes rectangulaires : d'abord comme celui du premier avec la vis commune E actionnée par le cliquet F, et dans le sens perpendiculaire par la rotation d'un gabarit H qui reçoit le mouvement d'une vis sans fin I calée sur un arbre J parallèle à la vis commune, et reliée à cette dernière par des engrenages intermédiaires K. Le même cliquet commande donc l'arbre et la vis et détermine alors les déplacements de l'outil suivant deux axes rectangulaires. La résultante de ces deux mouvements donne le profil C.

La course longitudinale des deux chariots représente, pour le premier, à peu près le parcours réel de l'outil sur le profil du bandage, tandis que pour le second chariot, cette course n'en est que la projection et la différence en est grande. On ne pouvait donc adopter le même pas de vis dans le sens longitudinal pour les deux chariots, et c'est pour cette raison que la vis commune est construite avec deux pas différents, le plus petit commandant le second chariot. Il résulte de cette combinaison, et du mouvement dans le sens transversal dû à la rotation du gabarit, une avance égale sur le profil du bandage pour les deux outils.

Comme nous le disions plus haut, cette modification est encore complétée par l'addition de deux chariots auxiliaires pour dresser automatiquement les faces du bandage. La marche de ces derniers est obtenue, comme pour les chariots principaux, à l'aide d'un excentrique placé sur l'arbre du tour et actionnant les cliquets par l'intermédiaire de cordes.

D'après cet exposé, on voit que, par rapport au bandage, la position de chacun des chariots sur le support, et par conséquent de leurs outils, est fonction des gabarits qui les conduisent. Il est donc indispensable que le tournage d'un bandage étant terminé, ou les outils déplacés pour une cause quelconque, on puisse remettre le tout, sans hésitation, à son point de départ et répéter l'opération sans tâtonnements sur un autre bandage.

Ce résultat est obtenu facilement de la manière suivante :

Après avoir dégagé les outils en les ramenant en arrière, on rapproche les chariots l'un de l'autre avec la vis commune E et jus-

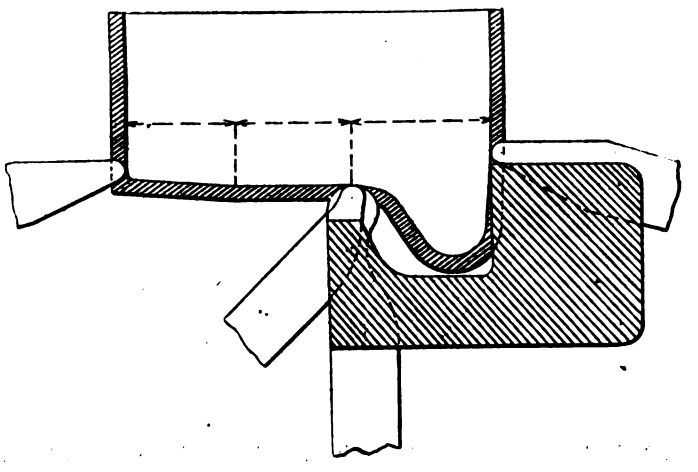


Fig. 2.

qu'au repère ndiqué sur le support. La nouvelle roue étant installée sur le tour, on règle alors la position intérieure du bandage par rapport aux outils avec un gabarit préparé à l'avance et qui fait partie de l'outillage du tour (fig. 2). On peut ensuite engager le

Digitized by Google

second outil dans le bandage à la profondeur voulue, puis le premier et abattre le rochet du cliquet. Enfin, si c'est nécessaire, on peut mettre aussi en marche les chariots auxiliaires pour dresser les faces du bandage.

Pour tout praticien qui connaît les difficultés rencontrées actuellement dans le tournage des bandages de roues de locomotives, tenders et wagons, il est à peine nécesssaire de faire ressortir les avantages indiscutables qui résultent de cette modification. Non seulement le travail mécanique absorbé par les outils se trouve certainement réduit avec la suppression des fortes vibrations que l'on rencontre aujourd'hui en effectuant le tournage en question avec des outils de forme, mais on peut encore appliquer quatre outils à crochet par bandage et sans que la courroie du tour trahisse aucune fatigue anormale.

Des tours ainsi transformés (1) ont donné une augmentation de 30 °/₀ dans le travail effectué et, sans nul doute, ce résultat sera encore dépassé lorsque les ouvriers auront acquis l'habileté pratique qui fait toujours défaut à la mise en route d'un nouvel outillage.

Ces résultats sont à retenir pour les Compagnies de chemins de fer et les établissements industriels que le travail des roues de locomotives intéresse. L'application des nouveaux tarifs de transport va avoir pour corollaire une augmentation correspondante du trafic et, pour y répondre, les Compagnies seront amenées à augmenter le nombre de leurs véhicules ou le parcours de ceux qu'elles possèdent. Quelle que soit la solution adoptée, elle se traduira aussi par une augmentation dans le nombre des essieux montés qui entrent journellement en réparation. Pour beaucoup d'ateliers, cet accroissement de production ne serait possible qu'avec une augmentation correspondante du nombre de tours à roues qu'ils possèdent, et cette solution n'est pas la moins onéreuse.

La substitution des chariots doubles est une solution beaucoup plus économique et qui atteint le même but en augmentant de 30 °/₀ la production des tours actuels.

E. DESGRANDCHAMPS,
Ingénieur civil.

(1) Les ateliers de chemins de fer allemands de Francfort-sur-Mein, Darmstadt et Mayence, possèdent de ces tours.

SCIENCES

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Détermination graphique des moments fléchissants et des efforts tranchants produits dans une section donnée d'une poutre à deux appuis simples pendant la durée du passage d'un convoi sur cette poutre (le convoi pouvant être contenu entièrement ou non dans la travée).

THÉORÈME. — *Les moments fléchissants produits dans une section d'une poutre à deux appuis simples, pendant toute la durée du passage d'un convoi sur cette poutre, sont représentés par les ordonnées d'un polygone funiculaire d'un système de forces verticales dont la position, le sens et l'intensité sont déterminés par l'ouverture de la travée, la position de la section et la nature du convoi.*

Soient $E_1 \ldots E_6$ (fig. 1), les essieux d'un convoi ayant à franchir la travée AB (2) dans le sens indiqué par la figure, x la distance de la section S à l'appui A, et l la longueur de la travée.

Retournons le convoi bout pour bout ; traçons les verticales $e_1 \ldots e_6$ des essieux et l'horizontale indéfinie ox (fig. 2) ; portons sur cette droite, à partir de la verticale de chaque essieu, deux longueurs $es = x$ et $eb = l$; puis menons, par les points s et b, des parallèles aux verticales e.

Considérons maintenant les verticales e, s, b, correspondant à chaque essieu, comme les lignes d'action d'un système de trois forces ε, σ, β, dont deux ε et β sont positives, et la troisième σ est négative et égale à la somme des deux autres.

Appelons $P_1 \ldots P_k \ldots P_6$ les poids respectifs des essieux $E_1 \ldots E_k \ldots E_6$; puis portons sur Ay, perpendiculaire à AB (fig. 1), $AS' = AS = x$, traçons la droite S'B, qui coupe la verticale de la section S en un point C, et projetons ce point en γ sur AS'.

Les segments $A\gamma$, $\gamma S'$ multipliés par le rapport numérique $\frac{P_k}{P_1}$ (1) sont les grandeurs des forces ε_k, β_k agissant respectivement en e_k et b_k. La somme de ces segments, changée de signe, représente la grandeur de la force σ_k.

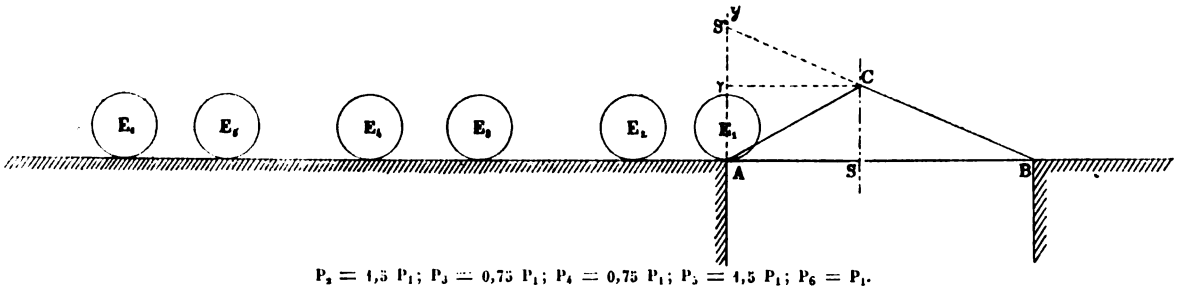
Envisageons, à présent, le système unique des forces appliquées en $e_1 \ldots b_6$ et portons-les, bout à bout, à partir d'un point o', sur la verticale yy' (fig. 2), puis à l'aide du pôle o, pris à une distance $AS = x$ de yy', traçons le polygone funiculaire $\varphi e_1 \alpha_1 \ldots \alpha_{16} b_6 \varphi'$, dont les côtés extrêmes φe_1 $b_6 \varphi'$ sont situés sur une même droite (2). Les ordonnées verticales comprises entre cette droite et le polygone $e_1 \alpha_1 \ldots \alpha_{16} b_6$, mesurées à l'échelle des longueurs et multipliées par le poids P_1, donnent les moments fléchissants produits dans la section S, à tout instant de la durée du passage du convoi $E_1 \ldots E_6$ sur la travée AB.

A toute ordonnée vv' du polygone $e_1 \alpha_1 \ldots \alpha_{16} b_6$, correspond une position particulière du convoi, qui est déterminée par la distance vs_k de cette ordonnée, à la première verticale s_k de droite, cette distance étant celle de l'essieu E_k à la section S, l'essieu n'ayant pas encore franchi la section. Les essieux qui, avec l'essieu E_k, sont compris dans la travée, pour cette position du convoi, sont :

1° Ceux ayant leur verticale e comprise entre la verticale e_k et l'ordonnée vv' ;

2° Ceux dont l'indice correspond à l'indice des verticales b comprises entre vv' et b_k.

La rapidité avec laquelle on peut tracer le polygone $e_1 \alpha_1 \ldots \alpha_{16} b_6$, permet d'en répéter la construction pour chaque section particulièrement intéressante, comme, par exemple, les sections correspondant à l'attache des pièces de pont, dans le cas où les efforts sont transmis aux poutres par l'intermédiaire de ces pièces.



$P_2 = 1{,}5\ P_1$; $P_3 = 0{,}75\ P_1$; $P_4 = 0{,}75\ P_1$; $P_5 = 1{,}5\ P_1$; $P_6 = P_1$.

FIG. 1.

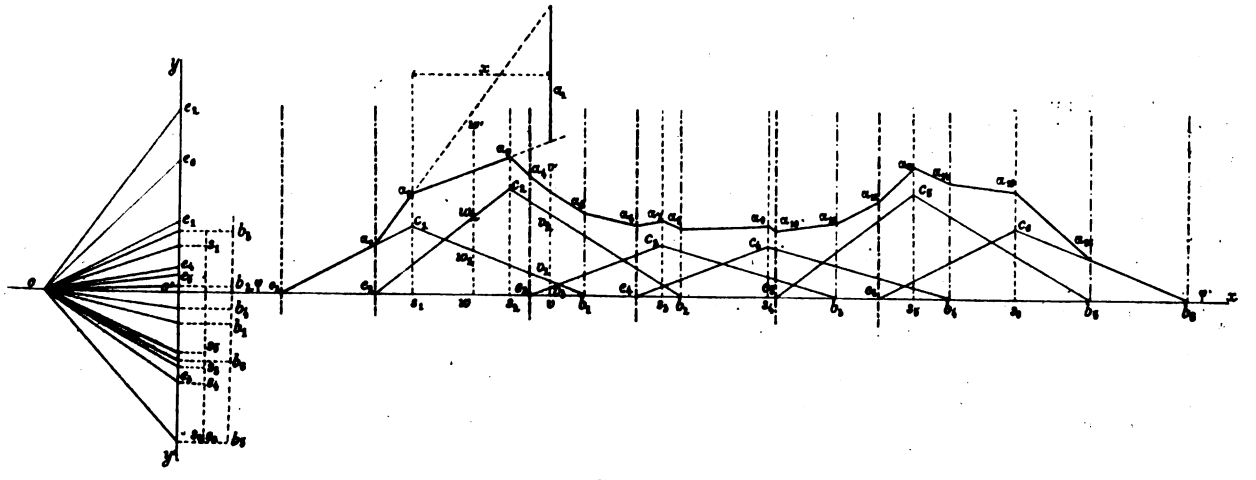


FIG. 2.

(1) Le choix de l'essieu E_1 auquel, ici, on rapporte les autres, est évidemment arbitraire.

(2) Dans la figure, cette droite se confond avec $e_1 x$, le pôle o étant pris sur l'horizontale de o', origine du polygone des forces.

(2) Dans le cas considéré, le convoi ne peu être contenu entièrement dans la travée.

Digitized by Google

Dans ce cas particulier, il suffira de joindre par des droites les ordonnées représentatives du moment maximum en chaque attache, pour avoir, d'une manière très approchée (1), le diagramme des moments maxima dans toute la poutre.

Remarque I. — Le polygone $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$ donne une idée exacte du travail de la section élémentaire S, en faisant connaître toutes les rotations de cette section en grandeur, et en durée en fonction de la vitesse du convoi.

Remarque II. — La fonction représentée par le polygone ci-dessus, passant par autant de maximums que le convoi comprend d'essieux, et chacun de ces maximums correspondant au passage d'un essieu sur la section, ce sera donc, comme on le sait déjà (2), à l'instant du passage d'un essieu sur la section S que le moment sera maximum dans cette section.

Démonstration. — Pour démontrer ce qui vient d'être dit, construisons la ligne d'influence du moment fléchissant produit dans la section S par une charge unique; soit ACB (fig. 1) cette ligne (3).

Le moment produit dans la section S, par un certain nombre d'essieux compris dans la travée et pour une position donnée du convoi, est égal à la somme des moments produits dans cette section par chacun des essieux, considéré seul et dans la position qui lui est assignée par celle du convoi.

Par conséquent, si l'essieu E_1 est seul engagé dans la travée, le moment est égal au produit du poids P_1 par l'ordonnée de la ligne ACB, dont l'abscisse est égale à la distance de cet essieu à l'appui A; et lorsque l'essieu E_2 est avec E_1 compris dans la travée, celui-ci étant à une distance e_1w de l'appui A, le moment est égal au produit de la somme des segments ww_1, ww_2 par le poids P_1, les lignes $e_1c_1b_1$ et

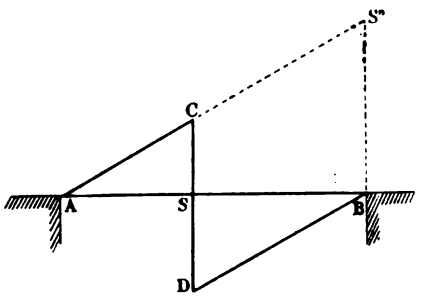


FIG. 3.

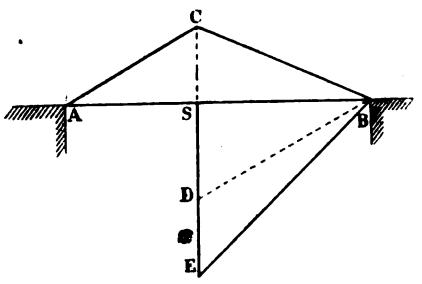


FIG. 4.

$e_2c_2b_2$ étant la ligne d'influence ACB de la section S, dont les ordonnées sont multipliées par les rapport respectifs $\frac{P_1}{P_1} = 1$, $\frac{P_2}{P_1}$, et e_1e_2 étant l'écartement des essieux E_1E_2.

En effet, l'essieu E_1 étant à une distance e_1w de l'appui A, l'essieu E_2 est à la distance $e_1w - e_1e_2 = e_2w$ du même appui, et le moment produit dans la section S par l'essieu E_2, supposé seul et à la distance e_2w de l'appui A, est bien égal à P_1 segm. ww_2, d'après la définition de la ligne $e_2c_2b_2$.

Donc, en construisant pour chaque essieu E_k, la ligne $e_kc_kb_k$ correspondante, c'est-à-dire la ligne ACB dont les ordonnées sont multipliées par le rapport $\frac{P_k}{P_1}$ correspondant, comme il a été fait dans la figure 2, on aura le moment produit dans la section S, pour une position particulière du convoi, déterminée par la distance e_1v de l'essieu de tête à l'appui A, en multipliant la somme des segments vv_1, vv_2, vv_3 par le poids P_1.

Par suite, si, en tout point de la distance e_1b_6, qui est égale à la longueur du convoi, augmentée de la longueur de la travée, on porte, en ordonnée, la somme des segments vv_k... correspondants, on aura ainsi une ligne polygonale $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$, dont les ordonnées, multipliées par le poids P_1, donneront le moment produit dans la section S à tout instant du passage du convoi.

On voit facilement, d'après le mode de construction de la ligne $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$, que cette ligne a ses sommets sur les droites e, s, b, se succédant dans le même ordre que ces droites, c'est-à-dire que le $n^{ième}$ sommet est sur la $n^{ième}$ droite, quelle que soit la lettre dont celle-ci est affectée; et que deux côtés aboutissant au même sommet, interceptent, sur une verticale tracée à une distance $AS = x$ de ce sommet, un segment dont la grandeur et le sens ont les valeurs suivantes :

1° Le sommet est situé sur une droite e_k :

$$\text{segm } \varepsilon_k = \frac{P_k}{P_1} \text{ segm } A\gamma.$$

2° Le sommet est situé sur une droite b_k :

$$\text{segm } \beta_k = \frac{P_k}{P_1} \text{ segm } \gamma S'.$$

3° Le segment est situé sur une droite s_k :

$$\text{segm } \sigma_k = -(\text{segm } \varepsilon_k + \text{segm } \beta_k).$$

Les segments $A\gamma$ et $\gamma S'$ étant déterminés par la ligne d'influence de la section S, comme l'indique la figure 1.

Ceci étant admis, traçons la verticale yy' (fig. 2) et prenons, à une distance $AS = x$ de cette droite, un point o, puis menons par ce point des rayons respectivement parallèles aux côtés successifs du polygone $\gamma e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6\gamma'$.

Un segment quelconque, e_2s_1 par exemple, intercepté par deux rayons consécutifs oe_2, os_1 sur la verticale yy', a, par construction, même grandeur et même sens que le segment σ_1, correspondant au sommet placé sur la droite s_1, auquel aboutissent les côtés $\alpha_1\alpha_2$, $\alpha_2\alpha_3$, respectivement parallèles à ces rayons.

Donc, le polygone $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$ est bien un polygone funiculaire d'un système de forces, de grandeur $\varepsilon, \beta, \sigma$ ayant les droites e, s, b pour lignes d'action.

Efforts tranchants. — Les efforts tranchants produits dans la section S de la poutre AB, pendant la durée du passage du convoi $E_1 \ldots E_6$ sur cette poutre, sont représentés à l'échelle $\frac{1}{\rho}$, par la somme algébrique (1) des ordonnées du polygone $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$ et du contour polygonal $e_1s_1E_1\delta_1\delta_2 \ldots \delta_{12}\delta_{13}\delta_{14}b_6$ tracé au-dessous de la droite ox (fig. 5). Ce contour polygonal, engendré par les triangles $s_kE_kb_k$, dont la hauteur s_kE_k est égale au produit du segment $SB = l - x = \xi$ (fig. 1) par le rapport numérique $\frac{P_k}{P_1}$ correspondant à la droite s_k, a pour ordonnées la somme des segments déterminés par ces triangles sur la verticale de chaque ordonnée.

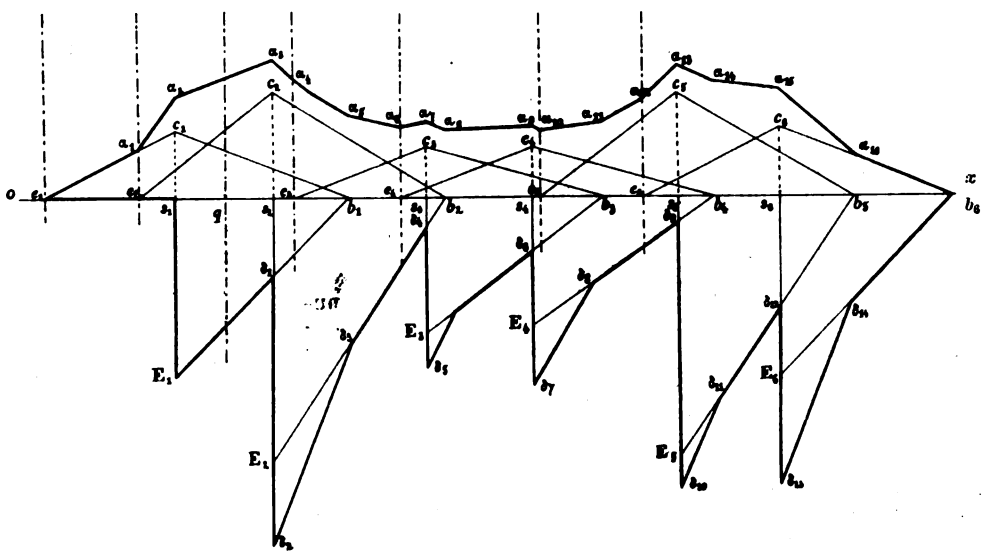


FIG. 5.

Les segments s_kE_k ayant les grandeurs qu'on leur a assignées et les ordonnées du polygone $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$ représentant les moments à l'échelle $\frac{1}{P_1\lambda}$, l'échelle $\frac{1}{\rho}$ des efforts tranchants est égale à $\frac{\frac{1}{P_1}}{\xi}$.

Démonstration. — Traçons à l'échelle $\frac{\frac{1}{P_1}}{\xi}$, la ligne d'influence de l'effort tranchant produit dans la section S par le poids P_1, et soit ACDB cette ligne (fig. 3).

On a, par construction :

$$BS'' = CD = \xi, \quad SC = \frac{x\xi}{l};$$

et en remplaçant ξ par sa valeur $l - x$, on a :

$$SC = \frac{x(l-x)}{l} = \gamma;$$

γ étant l'ordonnée maxima de la ligne d'influence du moment fléchissant produit dans la section S par une charge unique (fig. 1).

Et, si l'on transforme la ligne ACDB en une autre ACBSE (fig. 4),

(1) Voir le *Traité de Statique graphique* de M. Maurice Lévy, p. 385 de la 1re partie.
(2) Voir le *Traité de Statique graphique* de M. Maurice Lévy, p. 328 et 344, et p. 162 et 164 des *Eléments de Statique graphique* de M. Rouché.
(3) *Ibidem.*

(1) Le sens positif des ordonnées étant celui des ordonnées du polygone $e_1\alpha_1 \ldots \alpha_{16}b_6$, le sens positif de l'effort tranchant considéré comme la réaction du tronçon à gauche de la section S sur le tronçon à droite de cette section, sera celui des charges agissant sur la poutre, c'est-à-dire de haut en bas.

Digitized by Google

par l'addition des triangles SCB et DEB, ayant même base SC = DE, cette dernière ligne sera, algébriquement, équivalente à la première et le triangle ACB sera la ligne d'influence (relative aux moments de flexion) de la section S qui a servi à tracer le polygone $e_1 a_1 \dots a_{16} b_6$.

Par conséquent, si on multiplie les ordonnées de la ligne ACBSE par les rapports respectifs $\frac{P_2}{P_1} \dots \frac{P_6}{P_1}$ et que l'on transporte les lignes ainsi obtenues, comme l'indique la figure 5, et comme on l'a fait pour le moment fléchissant, l'effort tranchant produit dans la section S, pour une position particulière du convoi, déterminée par la distance $e_1 q$ de l'essieu E_1 de tête à l'appui A, sera représenté, à l'échelle $\frac{1}{\frac{P_1}{\xi}}$, en grandeur et en signe, par la somme algébrique des segments déterminés sur la verticale q, par les triangles $e_k c_k b_k$ d'une part, et par les triangles $s_k E_k b_k$ d'autre part.

Par suite, si, en tout point de la droite $e_1 b_6$, on porte en ordonnée, au-dessus et au-dessous de ox, la somme des segments correspondants déterminés par les triangles $e_k c_k b_k$ d'une part et par les triangles $s_k E_k b_k$ d'autre part, on obtient :

1° Le polygone $e_1 a_1 \dots a_{16} b_6$ déjà tracé,

2° Le contour polygonal $e_1 s_1 E_1 \delta_1 \delta_2 \dots \delta_{12} \delta_{13} \delta_{14} b_6$; et la somme algébrique des ordonnées de ces polygones exprime, à l'échelle $\frac{1}{\frac{P_1}{\xi}}$, les efforts tranchants produits dans la section S pendant toute la durée du passage du convoi sur la poutre AB.

BEDAUX,
Dessinateur principal au Bureau des Études de la Voie, Chemin de fer de P.-L.-M.

CORRESPONDANCE

Conditions de stabilité des ponts funiculaires du système Gisclard (1).

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

En établissant son type de ponts que vous avez décrit dans le numéro du *Génie Civil* (1) du 18 juillet dernier, M. Gisclard a eu principalement pour but de réaliser un système funiculaire, de forme invariable, composé, sauf les poinçons verticaux, de parties susceptibles de résister seulement à des efforts de tension. Les fermes, telles qu'elles sont projetées, ont évidemment une liaison surabondante et, par suite, ne sont pas statiquement déterminées. La méthode proposée dans le numéro du *Génie Civil* que je viens de rappeler pour lever la difficulté relativement au calcul des efforts intérieurs, repose sur cette hypothèse : que, dans la déformation élastique produite par un système quelconque de charges, il n'y a qu'un seul bracon (2) qui se raccourcisse. Ce bracon ne développe donc aucun effort, c'est-à-dire devient neutre. Dès lors on peut déterminer les réactions et toutes les forces intérieures. Cependant on ne saurait admettre sans démonstration qu'une telle hypothèse soit vraie, parce que l'équilibre de la ferme est encore possible avec deux ou plusieurs bracons comprimés. Dans ce cas, tout le système de bracons et de poinçons devient une partie passive de la ferme, ne servant qu'à la transmission des charges du plancher à la chainette. Le pont se réduit au type simple des ponts funiculaires sur chainette.

Les vraies conditions de stabilité de la ferme en question doivent être déterminées à l'aide des principes généraux de l'équilibre des systèmes élastiques. Voici, en abrégé, les calculs qu'il y a lieu d'effectuer.

Etant donné le système de charges appliquées aux poinçons, il faut :

1° Déterminer les efforts produits par les charges données dans toutes les pièces de la ferme en faisant les hypothèses suivantes : la ferme est composée de barres rigides, c'est-à-dire capables de résister à la compression aussi bien qu'à la traction ; la ferme est librement appuyée sur les culées. Cette détermination peut se faire graphiquement par la méthode de *Cremona*, avec les figures réciproques, ou par les procédés de *Cullmann* ; ou enfin analytiquement par la méthode des moments statiques (3). Appelons g_s l'effort donné par le diagramme, ou par le calcul, correspondant à une barre quelconque, en faisant la convention que le nombre g_s soit positif pour une tension et négatif pour une compression. Soient en outre ω_s la section, l_s la longueur et E_s le coefficient d'élasticité correspondants à la barre considérée ;

2° Déterminer les efforts dans toutes les pièces de la ferme, en admettant les hypothèses précédentes et supposant que les forces extérieures se réduisent à une poussée horizontale, égale à l'unité de force, appliquée à chaque extrémité de la ferme et dirigée en dehors. On peut se servir, pour cette détermination, des procédés précédemment indiqués. Dans le cas particulier, traité par Gisclard, cette poussée négative donnera des compressions dans les poinçons, des tensions dans les bracons et des efforts nuls dans la chainette. Soit α_s l'effort ainsi produit dans la barre s^{me}.

Maintenant, supposons que la ferme soit un treillis articulé, avec des barres rigides, mais sans tensions initiales, que ses extrémités soient fixes sur les culées, et que les charges appliquées aux poinçons soient celles déjà considérées. La poutre développera sur les culées des actions verticales connues et une traction horizontale inconnue H. Pour déterminer cette force, nous n'avons qu'à appliquer les formules relatives aux déformations des systèmes élastiques. D'abord l'effort T_s qui, par l'action simultanée des charges et de la force H, se produit dans la barre s^{me} est exprimé par :

$$[1] \qquad T_s = g_s + \alpha_s H,$$

à cause du principe de la superposition des effets.

Tous les efforts T_s ont pour effet de déformer le système. Le déplacement d'une extrémité de la ferme relativement à l'autre est nul à raison des données du problème. Ce déplacement est une fonction des T_s et, en conséquence, de H. Si donc on égale à zéro cette fonction, on aura une équation de laquelle on tirera la valeur de H. Mais nous pouvons suivre une méthode plus expéditive et aussi plus élégante. Il suffit d'appliquer le théorème de *Castigliano* sur *les dérivées du travail de déformation*. Si nous appelons L le travail de déformation de toute la ferme, on sait que le déplacement susdit est égal à $\frac{dL}{dH}$. Mais, comme les barres ne sont soumises qu'à des efforts de tension ou de compression, l'expression analytique de L est donnée par la relation

$$[2] \qquad L = \sum \frac{T_s^2 l_s}{2 E_s \omega_s}.$$

En dérivant, on obtient :

$$\frac{dL}{dH} = \sum \frac{T_s l_s}{E_s \omega_s} \times \frac{dT_s}{dH};$$

Mais on a aussi :

$$\frac{dT_s}{dH} = \alpha_s,$$

et, à cause de la fixité des appuis :

$$\frac{dL}{dH} = o,$$

d'où il suit que :

$$[3] \qquad \sum \frac{T_s l_s \alpha_s}{E_s \omega_s} = o.$$

Si l'on admet, comme M. Gisclard : 1° que les poinçons soient rigides (pour ces pièces on aura $E_s = \infty$) ; 2° que toutes les autres barres soient de même matière (E_s = constante) ; 3° que le tracé des liens diagonaux soit celui indiqué par la figure 2 de l'article cité plus haut, d'où résulte $\alpha_s > o$ pour les bracons et $\alpha_s = o$ pour la chainette, alors l'expression [3] se réduit à la suivante :

$$[4] \qquad \sum T_s \frac{l_s \alpha_s}{\omega_s} = o.$$

Les quantités $\frac{l_s \alpha_s}{\omega_s}$ sont toutes positives ; donc les valeurs des T_s ne sont pas toutes positives ; donc un ou plusieurs bracons sont comprimés.

En substituant dans l'équation [4] la valeur de T_s donnée par l'équation [1], on tirera aisément la valeur de H suivante :

$$[5] \qquad H = -\frac{\sum g_s \frac{l_s \alpha_s}{\omega_s}}{\sum \frac{l_s \alpha_s^2}{\omega_s}}.$$

Substituons cette valeur de H dans toutes les expressions [1] appliquées à toutes les pièces de la poutre et nous aurons les efforts inconnus T_s.

Soient T_1 $T_2 \dots T_r$, les valeurs numériques de tous les efforts de compression qui se produisent dans les bracons. Calculons les rapports suivants :

$$\frac{T_1}{\alpha_1} \dots \frac{T_2}{\alpha_2} \dots \frac{T_r}{\alpha_r}.$$

Soit $\frac{T_m}{\alpha_m}$ le maximum de ces valeurs. Je dis que si l'on veut que tous les bracons de la ferme soient tendus par l'effet des charges considérées, il faut, au moyen des palans des extrémités, donner à la ferme une tension initiale (traction ou poussée négative) donnée par :

$$[6] \qquad H_o = \frac{T_m}{\alpha_m}.$$

En effet, les actions combinées des charges et de la force H_o produiront dans la barre s^{me} un effort T_s' donné par :

$$T_s' = T_s + \alpha_s H_o ;$$

ou bien :

$$[7] \qquad T_s' = T_s + \alpha \frac{T_m}{\alpha_m} = \alpha_s \left[\frac{T_s}{\alpha_s} + \frac{T_m}{\alpha_m}\right].$$

Mais $\frac{T_m}{\alpha_m}$ est positif et $\geqq \frac{T_s}{\alpha_s}$; donc les valeurs de T_s' seront ou positives ou nulles.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX. n° 12, p. 185.

(2) On donne ici le nom de bracons aux barres obliques. Du moment que l'usage a consacré pour les charpentes métalliques les noms de semelles, fourrures, bielles, poinçons, aiguilles, rien n'empêche d'employer aussi, pour les barres obliques, les noms significatifs de *bracons* et d'*écharpes*.

(3) Voir *la Statique graphique*, de Maurice LÉVY.

Digitized by Google

On peut donc conclure de ce qui précède :

1° Qu'il est nécessaire de donner à la ferme une tension initiale H_o;

2° Que les efforts définitifs dans les différentes pièces seront donnés par la formule $T_s' = T_s + \alpha_s H_o$.

Naturellement, s'il s'agissait de charges variables, il serait nécessaire de répéter le calcul de H_o pour toute combinaison de surcharges et de prendre pour valeur définitive de H_o le maximum des valeurs obtenues.

Veuillez agréer, etc.

A. F. JORINI,
Ingénieur,
Professeur de ponts à l'Ecole polytechnique de Milan

Sur les déformations élastiques des arcs.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil.*

MONSIEUR,

Dans la séance de l'Académie des Sciences du 22 février dernier, il a été donné communication d'une note de M. Bertrand de Fontviolant tendant à démontrer que, dans un arc quelconque, de section constante ou variable, sollicité par des charges quelconques, verticales ou non, les points de la ligne moyenne dont les déplacements élastiques sont maxima et minima appartiennent à des sections qui ne subissent aucun déplacement angulaire.

Or, le 2 décembre 1891, j'ai déposé à la Société des Ingénieurs civils un mémoire contenant quatre ou cinq nouvelles notes de mécanique appliquée dont la première avait précisément pour objet de démontrer que, dans un arc, le polygone représentatif des déplacements élastiques suivant une direction quelconque, des points de la ligne moyenne, est tel que les tangentes aux points correspondant aux sections de la poutre qui ne subissent aucun déplacement angulaire sont parallèles à la ligne de fermeture du polygone.

C'est exactement le résultat que M. Bertrand de Fonviolant a énoncé dans sa note de l'Académie.

M. Bertrand de Fontviolant considère les déplacements totaux. Je considère les déplacements projetés sur deux axes. Comme je démontre que les maxima ou minima des projections ont lieu en même temps pour les mêmes points appartenant à des sections dont les déplacements angulaires sont nuls, il en résulte bien que les maxima ou minima des déplacements totaux ont lieu pour ces mêmes points.

Je crois utile de revendiquer en ma faveur la priorité dans cette question scientifique.

Veuillez agréer, etc,

F. CHAUDY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

Couleur métallique.

Depuis longtemps on cherche à remplacer la peinture au minium, dont l'industrie des constructions métalliques fait une consommation considérable, par un produit qui, soit par sa composition chimique, soit par la facilité de son emploi, réponde exactement aux conditions du problème, à savoir : la facilité de pose et la durée.

On nous signale, dans cet ordre d'idées, une nouvelle couleur métallique, à base d'oxyde de fer anhydre, qui mérite l'attention des industriels et des constructeurs travaillant le fer et l'acier.

Cette composition chimique vient directement en ligne avec les oxydes de plomb et de fer, sur lesquels elle a surtout la supériorité d'être inoxydable. Indestructible par elle-même, elle recouvre bien les objets qui en sont enduits et possède en outre la propriété de former de petites lamelles ou écailles presque invisibles à l'œil nu, qui constituent une protection efficace de la surface métallique, en même temps qu'elles lui donnent un brillant spécial.

Les intempéries, les hautes températures, les gaz sulfureux et ammoniacaux, les alcalis fixes, l'eau froide ou l'eau bouillante, l'eau de mer même n'ont, d'après les expériences faites, pas d'action sur cette peinture.

Elle se prête bien à la peinture des surfaces rugueuses de tous les objets en fer, fonte ou acier, tels que : ponts, bateaux, portes de foyer, cheminées, poêles, tuyaux à gaz, locomotives, chaudières, etc.; ces dernières, même, au moyen d'une couche intérieure, sont mises, à ce qu'affirme l'inventeur, à l'abri de toute atteinte de la rouille.

Elle constitue aussi un bon enduit pour les tuyaux de vapeur et à eau chaude.

De nombreux essais en ont été faits : on a exposé pendant plusieurs mois, à l'eau de mer, des plaques enduites de cette couleur métallique, sans qu'elles subissent la moindre altération; d'autres plaques ont été soumises à des essais forcés de laboratoires, et à des essais pratiques, sur la voie, dans les tunnels (pour la suie), etc. Une de nos grandes Compagnies de chemins de fer français a fait une expérience, concurremment avec d'autres peintures, sur une tôle brute; la couleur métallique a donné un excellent résultat, et paraît devoir être employée en grand par cette Compagnie, car elle supprime les couches de peinture au minium, qu'on a l'habitude de donner au fer, à l'atelier, avant la mise en place des charpentes métalliques.

Au point de vue de l'économie, il convient de noter que deux couches seulement de cette couleur remplacent les deux couches de minium données ordinairement, ainsi que les deux couches de couleur ordinaire qui leur sont superposées.

Les deux couches de couleur métallique doivent être données aussi minces que possible; elles protègent mieux ainsi le métal que si elles étaient appliquées sur une trop forte épaisseur.

En se basant sur les prix de la série des Compagnies de chemins de fer et de la Ville de Paris, il résulte qu'en employant la couleur métallique à raison de deux couches, une couche d'atelier et une couche de finissage, on réalise une économie d'environ 0 fr. 40 par mètre carré. Ce résultat est à signaler.

F. D.

La suppression du roulis et du mal de mer.

Toutes les personnes qui ont fait sur mer une traversée un peu longue connaissent, par expérience, les déplorables effets du roulis. C'est lui qui est la cause directe d'un des plus douloureux et pénibles malaises que l'on puisse éprouver, le terrible mal de mer. On a fait bien des tentatives, infructueuses jusqu'ici, pour arriver à supprimer ce désagréable tribut qu'il faut payer à l'Océan; on a essayé et préconisé des systèmes très divers, aucun d'eux n'a donné de résultats satisfaisants et n'a pu lutter efficacement contre le roulis.

Il semble cependant que le problème n'est pas insoluble et qu'il est possible, sinon de supprimer, du moins d'atténuer considérablement les déplorables effets de la mer. C'est ce qui paraît résulter des renseignements suivants, qui nous ont été obligeamment communiqués par M. Leslies Robinson, du Havre, et dont le *Journal du Havre* a fait mention tout récemment.

M. Thornycroft, l'Ingénieur bien connu dans le monde maritime, a conçu un appareil qui doit, en diminuant considérablement le roulis, supprimer le mal de mer, et, en même temps, donner aux navires de guerre la stabilité nécessaire à la justesse du tir de l'artillerie. L'inventeur doit exposer lui-même son invention au prochain meeting de l'*Institute of naval Architects.*

Il a commencé par en faire l'essai sur son yacht le *Cecile.* Pendant un séjour que ce bateau a fait au Havre l'an dernier, il a effectué une sortie, ayant à son bord les principaux chefs de service des Forges et Chantiers, MM. Cazavan, Bricard, Landeau, Marmiesse, Sigaudy, etc. L'expérience a paru si concluante, que la Société des Forges et Chantiers s'est assuré immédiatement le monopole de l'exploitation de l'invention en France.

Si l'appareil, dont le mécanisme est très simple et la marche automatique, entraîne une certaine augmentation du prix de revient dans la construction des bateaux qui en seront munis, cette augmentation serait largement compensée par l'accroissement du nombre des passagers et des voyages.

Nous allons indiquer très sommairement en quoi consiste cet appareil :

On installe à bord du navire un pendule très sensible, auquel sont fixées deux aiguilles légères, destinées à permettre le passage du courant électrique dans un électro-aimant. Ce passage se fait tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, suivant les oscillations du pendule. Cet électro-aimant fait manœuvrer un tiroir cylindrique dans lequel circule une quantité déterminée d'huile chassée sous une forte pression, soit d'un côté, soit de l'autre du piston, suivant le mouvement du tiroir, résultant lui-même de l'action du pendule et de l'électro-aimant. Ces mouvements se communiquent à un contrepoids, réglé d'après l'importance du navire, et qui, par ses déplacements, procure à celui-ci la stabilité que l'on cherche à obtenir.

Le pendule et l'appareil électrique peuvent s'installer en tous les points du navire; le contrepoids est disposé dans la cale; tout l'appareil fonctionne sans bruit et sans aucun inconvénient. Quant à son poids, il est très faible par rapport au développement total du bateau et dépend, d'ailleurs, du degré de stabilité que l'on veut assurer au navire. D'après M. L. S. Robinson, un appareil, du poids total de 125 tonneaux, peut donner un effet très satisfaisant sur un navire de 8 000 tonneaux.

Il est à désirer que l'expérience vienne confirmer de plus en plus les résultats obtenus sur le *Cecile.* Il y a là une innovation très intéressante et qui rendrait de réels services à la navigation maritime.

H. M.

Cheminée en acier.

Afin d'économiser l'espace et le poids, on emploie en ce moment l'acier pour construire, à l'exposition de Chicago, une cheminée qui, une fois achevée, aura 75 mètres de hauteur et environ $2^m 85$ de diamètre. L'épaisseur de la tôle d'acier est de 4 millimètres au sommet de la cheminée, et de 10 millimètres à la base.

La partie inférieure de la cheminée est garnie intérieurement d'un revêtement de briques réfractaires, qui a $0^m 20$ d'épaisseur. Au-dessus, on fait usage de briques creuses. Le revêtement est soutenu, à des intervalles de $7^m 50$, par des cornières rivées à la tôle. Celle-ci est protégée contre la corrosion par une peinture extérieure et intérieure.

La fondation se compose d'une couche de ciment, de deux couches de rails d'acier noyés dans le ciment, et d'une couche de poutrelles sur lesquelles repose la plaque en fonte qui porte l'enveloppe métallique de la cheminée.

Cette cheminée coûtera 7 000 dollars. Son poids ne dépassera pas 250 tonnes anglaises, tandis qu'une cheminée semblable, complètement en briques, aurait pesé 500 tonnes et aurait eu près de 5 mètres de diamètre au lieu de $2^m 85$.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 janvier 1892.

Physique. — 1° *Sur l'équation caractéristique de la vapeur d'eau.* Note de M. Ch. Antoine.

Sous un volume constant, Hirn renfermait de la vapeur d'eau, saturée sous diverses pressions, il surchauffait cette vapeur et observait les tensions H en colonnes d'eau à 4°.

Le but de cette note est de montrer que le poids ω du mètre cube de la vapeur d'eau, à la température t et sous la pression H, est donné par la relation

$$\omega = \frac{19{,}9\ H}{278 - 0{,}365\ \theta + t}$$

dans laquelle θ représente la température de la vapeur d'eau à saturation sous la pression H.

2° *Sur l'aplanétisme.* Note de M. A. Recoura, présentée par M. Cornu.

Chimie. — 1° *Sur le dosage du molybdène.* Note de M. E. Péchard, présentée par M. Troost.

M. Péchard présente à l'Académie le procédé suivant d'analyse du molybdène dans les molybdates, à l'état d'acide molybdique au lieu du sulfure de molybdène qui donne trop souvent des résultats incertains.

Si l'on fait passer à froid un courant de gaz acide chlorhydrique sur un molybdate alcalin, le sel jaunit; si l'on élève la température, on voit se déposer, sur le tube dans lequel on opère, de longues aiguilles blanches, déjà obtenues par H. Debray en faisant passer de l'acide chlorhydrique sur de l'acide molybdique chauffé à 200°. En opérant sur un molybdate alcalin chauffé à 440°, la séparation de l'acide et de la base est complète, et cette base reste tout entière à l'état de chlorure dans la nacelle qui contenait le sel à analyser. Les aiguilles blanches obtenues dans cette opération, et dont la composition a été établie par H. Debray, ont pour formule MoO^3, 2HCl. Elles sont très solubles dans l'eau et leur dissolution soumise à l'évaporation à 100°, se déduit en dégageant de l'acide chlorhydrique et laisse un résidu blanc d'acide molybdique que l'on peut peser dans le vase même où l'évaporation a eu lieu.

L'auteur présente une série d'analyses faites d'après ce procédé, des molybdates de soude neutre et acide et du molybdate acide de baryte.

2° *Sur la stéréochimie de l'acide diacétyltartrique.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. H. Moissan.

Appliquant les théories de M. Pasteur sur la dissymétrie moléculaire des acides tartriques, et les différentes hypothèses émises par différents chimistes sur le groupement des atomes, M. Colson a cherché où pouvent conduire ces hypothèses dans le cas de l'acide diacétyltartrique.

Electricité. — 1° *Remarque au sujet des expériences de M. Gouy sur les différences de potentiel au contact.* Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann.

M. Gouy ayant présenté une note au sujet d'expériences électrocapillaires, d'où il résulterait que la différence de potentiel vraie entre le mercure et un métal serait nulle ou très petite, M. H. Pellat, dans cette communication, présente une série d'objections à la légitimité des conclusions de M. Gouy, dont les résultats d'expériences sont en contradiction avec les recherches qu'il a lui-même faites sur ce sujet.

2° *Sur les oscillations de Hertz.* Note de M. A. Perot, présentée par M. Potier.

Dans un récent travail, M. V. Bjerknes a montré que les oscillations de force électromotrice produites autour de fils conducteurs par la méthode de M. Hertz pouvaient être représentées par l'expression

$$Y = Ae^{-\alpha(t-\theta)} \sin \pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi\right).$$

L'auteur se propose, dans cette note, d'effectuer de semblables recherches pour un excitateur différent de celui que M. Bjerknes a employé, celui dont s'est servi M. Blondlot dans ses recherches récentes, en le modifiant légèrement.

Il est impossible, conclut M. Perot, d'expliquer le phénomène dit de résonnance multiple autrement que comme M. Poincaré le conçoit, et l'admettent MM. Bjerknes et Blondlot.

Agrioulture. — *Sur l'existence de phénomènes de nitrification, dans les milieux riches en substances organiques et à réaction acide.* Note de M. E. Chuard, présentée par M. Pasteur.

Dans des recherches entreprises sur le terreau de tourbe, cette couche de terre qui est immédiatement au-dessus de la tourbe, M. Chuard a constaté que ce produit, qui contient de 1,25 à 1,66 °/₀ d'azote, est susceptible d'une nitrification d'autant plus forte que le terreau est sorti depuis plus longtemps de la tourbière. Il résulte de ce fait, dit l'auteur, qu'il serait très facile d'utiliser cette matière, jusqu'à présent inutilisée, dans l'agriculture à l'état d'engrais; il suffirait de l'employer après l'avoir fait séjourner un temps suffisant à l'air au sortir de la tourbière.

2° *L'ammoniaque dans les eaux de pluie et dans l'atmosphère.* Note de M. A. Muntz, présentée par M. Schlœsing.

M. Muntz fait ressortir une conclusion déjà émise par lui, à savoir que les eaux de pluie des régions tropicales sont bien plus chargées en ammoniaque que les eaux des zones tempérées. Il insiste sur un point spécial : c'est qu'il ne faut pas prendre comme type les eaux de pluies qui tombent au voisinage des grandes villes, au-dessus desquelles plane toujours une atmosphère très chargée d'ammoniaque. En se plaçant dans des postes qui restent inaccessibles aux particularités spéciales de l'atmosphère des grandes villes et d'après des expériences nombreuses faites par des savants éminents, on voit que la teneur en ammoniaque des eaux de pluies dans les régions tempérées est de beaucoup plus faible que celle des régions tropicales.

Astronomie. — *Etude expérimentale de l'équation décimale dans les observations de passages, faite à l'Observatoire de Lyon,* par MM. Ch. André et F. Gonnessiat, présentée par M. Mascart.

Mathématiques. — 1° *Sur une courbe algébrique réelle à torsion constante.* Note de M. E. Fabry, présentée par M. Darboux.

G. Petit,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

— 1891 —

Le régime des eaux à Lille. — M. Ange Descamps communique à l'assemblée la première partie de l'étude sur le régime des eaux. Après un aperçu de leur rôle dans la nature et de leur emploi comme boisson vient l'énumération de leur usage général, qui motive leur classification en eaux alimentaires, dont la qualité importe à la santé publique, et en eaux d'utilisation, dont la quantité est nécessaire à la voirie urbaine, à l'industrie, au service des égouts, etc.

Une notice historique met en relief l'importance que les générations successives ont attachée à la pureté et à l'abondance de l'eau depuis les temps primitifs jusqu'à nos jours, où ce précieux liquide est reconnu comme un agent principal de l'hygiène, du bien-être des populations, ainsi que le démontrent les chiffres de consommation des principales villes de France et de l'étranger.

C'est aux rivières, aux sources d'eaux naturelles que les centres industriels doivent leur développement; c'est l'altération de la pureté de leurs eaux qui motive fréquemment les maladies infectieuses. Des tableaux comparatifs entre la vitalité et la proportion des immeubles abonnés aux eaux de source à Paris, de nombreux documents statistiques des populations urbaines et militaires, constatent l'influence des eaux pures ou contaminées. Ils sont complétés par un intéressant relevé comparatif de la mortalité par fièvre typhoïde à Lille avec la consommation ménagère d'eau d'Emmerin.

Théorie générale des appareils de chauffage. — M. Lambert constate en premier lieu que, lorsqu'on admet avec Péclet que la transmissibilité de la chaleur est proportionnelle à la différence des températures entre le fluide chauffant et le fluide chauffé, on est exposé à de graves erreurs. Il rejette la formule de Péclet :

$$dQ = \alpha\ (T\text{-}T')\ dS$$

où dQ est la quantité de chaleur qui traverse l'élément de surface de chauffe dS pour une différence T-T' de température entre les deux fluides, α étant un coefficient constant, et il admet avec Macquorn-Rankine, que α est variable et directement proportionnel à cette différence de température; la formule devient alors :

$$dQ = \alpha'\ (T\text{-}T')^2\ dS.$$

Cette formule, intégrée pour le cas du condenseur à surface, cadre très bien avec des essais faits par M. Audenet, Ingénieur de la marine (voir dictionnaire de Lamy), tandis qu'avec la méthode de Péclet on arrive à des résultats erronés. De même, cette formule, appliquée au cas du générateur, répond fort bien aux essais faits par l'auteur aux usines Kuhlmann et aux essais faits par MM. Bryan, Donkin et Kennedy, en Angleterre (voir *Engineering*, 1890). L'emploi de cette théorie en pratique n'est pas du tout nouveau : il est préconisé en Suisse, en Italie et en Allemagne par des professeurs très connus : MM. Zeuner, Codazza, Perrini, etc.; maints constructeurs et industriels en font un usage constant dans ces divers pays.

Toutefois, l'exposé de cette théorie aux séances du comité de génie civil, ayant donné lieu à diverses objections, l'auteur trouve nécessaire de les réfuter. En premier lieu, il constate que les chiffres déduits des expériences de MM. Mallard et Lechatellier sur les chaleurs spécifiques, ne sont point assez sûrs pour qu'on puisse en déduire une loi certaine de la variation de cette quantité avec la température; il ajoute qu'en admettant même cette loi pour les gaz de la combustion, on arrive entre 200 et 1 200° à des écarts très faibles qui autorisent l'emploi d'une valeur moyenne.

La détermination du pouvoir calorique des houilles est suffisamment exacte par le procédé de M. Cornut, Ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France. Il n'admet pas qu'il y ait de difficultés à déterminer la quantité d'air employée *réellement* à brûler la houille sur les grilles, et ce après analyse du combustible et des gaz de la combustion.

Il est certain qu'avec les quantités ci-dessus on peut calculer facilement et suffisamment exactement la température des gaz au foyer, et il en donne comme preuve les résultats toujours concordants de divers essais faits sur des générateurs de types très divers.

L'auteur conclut en souhaitant que cette méthode de calcul se répande de plus en plus, tant dans l'intérêt des industriels que dans celui des constructeurs.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 11, du 12 mars. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs; six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire : De l'emploi industriel de l'oxygène.

Brevets français : Fabrication de l'acide phosphorique. — Epuration industrielle des eaux. — Séparation industrielle et continue de deux liquides de température de volatilisation différente. — Décomposition des sels alcalins. — Préparation d'une matière absorbante. — Tuyaux flexibles. — Solidification des huiles minérales. — Appareil pour la préparation de la colle. — Bouchage à pression élastique. — Vins mousseux. — Bonjon de tonneau. — Filtre à vins et à huiles. — Soupape de sûreté. — Filtre « narbonnais ». — Boyau-siphon pour soutirer les liquides.

Brevets américains : Fabrication de l'acide hydrofluosilique. — Percolateur. — Procédé pour la fabrication de la bière. — Papier à mouche.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

L'Aluminium. Fabrication, emploi, alliages, par Ad. Minet. 1 vol. in-16 illustré. — B. Tignol, éditeur, Paris. — Prix : **4** fr. **50**.

Aide-mémoire de l'Ingénieur électricien. Recueil de formules et renseignements pratiques. 1 vol. in-16. — B. Tignol, éditeur, Paris. — Prix : **6** francs.

L'Année électrique, par Ph. Delahaye, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, 8e année. 1 vol. in-18 jésus illustré. — Baudry et Cie, éditeurs, Paris. — **3** fr. **50**.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 20. N° 510. Samedi 19 Mars 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Industries** : L'usine modèle de MM. V^e^ Ch. Leroy et C^ie^, à Levallois-Perret (Seine). Fabrication du cirage Marcerou (*planche XXI*), p. 321 ; Max de Nansouty. — **Études économiques** : Les caisses d'épargne en France et à l'étranger, p. 325 ; Paul Linder. — **Chemins de fer** : Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 328 ; H. Heude. — **Métallurgie** : Fabrication de la fonte aux États-Unis, p. 330 ; Max Duchanoy ; — Etude sur le roulement des hauts fourneaux américains, p. 330 ; Urbain Le Verrier. — **Hydraulique** : Siphon élévateur. Élévation automatique des eaux, p. 332 ; F. Desquiens. — **Electricité** : Les courants alternatifs de grande fréquence et de haut potentiel, p. 333 ; Alsa ; — Projet d'installation d'une usine électrique à Briançon (Hautes-Alpes), p. 334 ; — Nouveau trembleur de M. E. Ducretet pour les bobines de Ruhmkorff, p. 334. — **Correspondance** : Sur les déformations élastiques des arcs, p. 335 ; Bertrand de Fontviolant. — **Informations** : Banquet du Comité de défense de la métallurgie du 3 mars 1892, p. 335. — Falsification des beurres, p. 335.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séances des 10 février et 4 mars 1892, p. 336 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 1^er^ février 1892, p. 336 ; G. Petit.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 336.

Planche XXI : L'usine modèle de MM. V^e^ Ch. Leroy et C^ie^, à Levallois-Perret (Seine). Fabrication du cirage Marcerou.

INDUSTRIES

L'USINE MODÈLE DE MM. V^ve^ CH. LEROY ET C^ie^

à Levallois-Perret (Seine).

Fabrication du cirage Marcerou.

(Planche XXI.)

Le temps n'est plus où les usines et les fabriques françaises, dans la grande industrie, installées un peu au hasard et au gré des circonstances, sur des terrains insuffisants, présentaient aux yeux un aspect sombre, image des conditions pénibles du travail dans les siècles passés. Le goût des installations logiques et proprement disposées s'est introduit chez nos industriels : si l'on ne renonce pas toujours, par des considérations économiques, aux vieux bâtiments qui ont servi de berceau à l'industrie, du moins s'efforce-t-on d'y apporter successivement l'ordre et la méthode, d'y conjurer les accidents et d'y introduire l'hygiène de laquelle découle toujours la propreté et la moralisation.

Quant aux installations nouvelles, elles reflètent le progrès : nos Ingénieurs, formés dans les Ecoles techniques spéciales, les étudient à fond ; nos architectes les plus distingués ne dédaignent pas de jeter sur le cadre utilitaire qui leur est présenté le prestige de leur talent et de leur expérience artistique. Les usines qui en résultent sont riantes, pratiques et salubres ; elles sont l'image du travail qui honore et relève, et non plus celle de la besogne ardue, de la recherche sombre et attristée du gain de chaque jour.

Il est bon de citer, comme exemples, les installations de ce genre les plus récentes et les plus parfaites dans les diverses spécialités industrielles. C'est à ce titre que nous décrirons aujourd'hui l'usine modèle

Fig. 1. — Usine modèle de MM. V^ve^ Ch. Leroy et C^ie^, à Levallois-Perret (Seine). — Fabrication du cirage Marcerou.

que M^me^ V^e^ Leroy vient d'installer à Levallois-Perret, aux portes de Paris ; le visiteur y trouve de très nombreux enseignements pratiques.

Cette importante usine est, en effet, consacrée à une fabrication dans laquelle il semble bien difficile, à première vue, d'introduire la propreté méticuleuse allant jusqu'au plus agréable aspect ; c'est l'industrie du cirage. M^me^ V^e^ Leroy, qui la dirige, a cependant résolu le problème de la façon la plus complète avec le concours de M. Paul Sédille, notre éminent architecte parisien, de MM. Schneider et C^ie^, pour la partie électrique et mécanique, de MM. Baudet, Donon et C^ie^,

Digitized by Google

pour la partie de construction métallique de l'établissement, de MM. Geneste et Herscher, pour le chauffage de l'établissement, et de M. L. Dulac pour les foyers des générateurs.

Avant d'entrer dans la description de l'usine qui nous occupe, rappelons en quelques mots en quoi consiste l'industrie en vue de laquelle elle a été construite. Nous en trouverons tous les éléments dans l'excellent rapport présenté par M. Ch. Lorilleux à l'Exposition universelle de 1889.

L'industrie du cirage. — L'énorme consommation qui se fait dans le monde entier d'enduits pour le cuir et en particulier pour la chaussure est difficile à évaluer: elle est précisément proportionnelle à l'emploi du cuir, qui va toujours en croissant et auquel les nouveaux procédés de tannage électrique rapide paraissent appelés à donner encore un nouveau développement.

On fabrique annuellement, autant que les statistiques permettent de le constater, plus de 30 millions de kilogrammes de cirages en Europe. L'industrie française peut revendiquer les deux tiers de cette fabrication, qu'elle a créée au commencement de ce siècle. Les marques françaises sont les plus réputées partout, en dépit d'une concurrence très active ; la marque Th. Marcerou, qui est celle de l'usine de Mme Ve Leroy, date de 1836. La régularité et l'excellence de sa fabrication, suivant l'expression du rapporteur de l'Exposition de 1889, où elle a obtenu la médaille d'or, la mettent aux premiers rangs. Elle ne produit que des cirages dits *cirages onctueux*, en pâte, dont la qualité provient de divers tours de main industriels impossibles à imiter, ainsi que de l'emploi de noirs spéciaux, fabriqués à l'usine, et que l'on ne trouve pas dans le commerce. Cette marque est très recherchée à l'étranger et son exportation en Amérique est considérable ; c'est dire le réel intérêt que présente cette fabrication au point de vue national.

Le cirage est, on le sait, un enduit que l'on applique sur le cuir, non seulement pour le teindre et lui donner du brillant, mais encore pour en conserver la souplesse. On peut classer les cirages en deux catégories : ceux qui sont en pâte plus ou moins solide et ceux qui présentent un certain degré de fluidité. Les cirages français sont les types des premiers ; les cirages anglais sont les types des seconds, parmi lesquels il faut classer aussi les noirs liquides pour harnais et les vernis pour la chaussure.

C'est le noir qui est la base des cirages : on emploie, dans ce but, le noir d'os, le noir d'ivoire, le noir de fumée et même le noir minéral obtenu par la calcination en vase clos de certains schistes, entre autres les schistes de Menat. Ces noirs sont malaxés avec des matières sucrées, miel, mélasse ou glucose, et avec des corps gras. Tel est le principe de la fabrication. Chaque fabricant y ajoute, d'ailleurs, divers ingrédients pour maintenir le mélange à l'état pâteux, lui donner l'onctuosité et en faciliter l'étendage sur le cuir. Ce sont là les petits *secrets de fabrication*, très importants à la vérité et que nos fabricants conservent avec de justes précautions. On peut ajouter, dans certains cas, aux mélanges de noirs, de l'acide sulfurique ou acétique, de la glycérine, des hydrocarbures, etc., dans de certaines proportions. Les cirages fabriqués à l'étranger contiennent surtout de ces matières, dont l'action peut être désastreuse pour le cuir lorsque le dosage n'a pas été effectué d'une façon scrupuleuse. La glycérine, qui semble devoir être le plus inoffensif de ces produits, est, comme le signale M. Ch. Lorilleux, le plus pernicieux peut-être et celui dont l'emploi demande le plus de circonspection. La glycérine détruit, en effet, le tannage et, loin de durcir le cuir, comme le ferait un léger excès d'acide, elle le désagrège.

Aussi un cirage d'excellente qualité n'est pas chose courante et lorsque l'énorme clientèle de France et de l'étranger recherche nos marques françaises, c'est avec juste raison et à bon escient. Si la fabrication de ce produit, en effet, ne semble pas, au premier abord, présenter de grandes difficultés, elle exige, au fond, non seulement de l'expérience et du discernement dans le choix des matières premières et dans l'adoption des formules, mais encore des manipulations conduites avec les soins les plus méticuleux. Lorsque la répartition dans la masse des corps ajoutés aux colorants et aux agglutinants n'est pas complète et intime, le produit devient funeste, il brûle et détruit le cuir qu'il devrait protéger.

L'expérience et surtout la conscience des fabricants jouent donc un rôle considérable en cette matière. Nous sommes heureux de le constater; c'est une garantie pour l'avenir de nos marques françaises, quelles que soient les prohibitions et en dépit de tous les tarifs. La fabrication intelligente et loyale, bien française, en un mot, de l'usine de Mme Ve Leroy en est un excellent type, et la concurrence étrangère perdra sans cesse du terrain, par la force des choses, en cette matière.

Description de l'usine. — L'usine de MM. Vve Ch. Leroy et Cie, à Levallois-Perret, a été construite, nous l'avons dit, sur les plans et sous la direction de M. Paul Sédille, le savant architecte des Magasins du Printemps et de l'Exposition universelle de 1889.

Elle se caractérise moins par des dimensions considérables et par des moyens puissants que par une construction et une distribution en harmonie parfaite avec les besoins de l'industrie spéciale que nous avons sommairement décrite, ainsi que par les soins apportés dans l'étude raisonnée des moindres détails. C'est en cela surtout que cette usine, bien tenue et aussi bien ordonnée qu'elle est convenablement agencée, constitue un ensemble d'une rare perfection utile à signaler.

L'établissement industriel se compose de deux parties distinctes, quoique juxtaposées et reliées entre elles : 1° l'usine proprement dite; 2° la maison d'habitation. Le tout occupe une surface totale d'environ 5372 mètres superficiels.

L'usine comprend un bâtiment d'administration et une suite d'ateliers et de magasins à un et deux étages sur rez-de-chaussée, se développant autour d'une grande cour, au milieu de laquelle se trouvent le pavillon de la machine et celui des générateurs, ces pavillons restant isolés des magasins et ateliers. La force motrice est ainsi centrale et peut se transmettre aisément sur tous les points des bâtiments enveloppants, dont une partie en aile, au nord-est, reste à élever.

Les différents plans que nous donnons de cette usine, font d'ailleurs comprendre ses dispositions principales. Mais pour en bien apprécier l'économie générale de l'installation, il convient de suivre d'une façon succincte les procédés de fabrication du cirage et d'analyser les travaux qu'ils comportent, depuis l'entrée des matières premières jusqu'à leur sortie sous forme de boîtes de cirage.

Au commencement de ce siècle, on employait encore comme cirage du noir de fumée délayé dans du blanc d'œuf. Ce produit donnait en se desséchant une couche légère de vernis assez brillant, mais il avait le grand inconvénient de s'écailler par les temps secs, de disparaître sous la pluie et de dégager une odeur désagréable due à la fermentation.

Les cirages actuels ont une constitution toute différente. Bien qu'il y ait quantité de recettes diverses, ils sont tous basés, comme nous l'avons dit d'une manière générale, sur le mélange d'une matière sucrée (généralement la mélasse) ou gommée, de noir animal, d'une matière grasse et de certains acides, destinés à neutraliser les substances alcalines des mélasses et à transformer le carbonate de chaux du noir.

L'entrée des matières premières, leur mélange, l'empaquetage des produits fabriqués et l'expédition, opérations qui se font au rez-de-chaussée, règlent la disposition générale de l'usine.

Dans le sous-sol, se trouvent les approvisionnements de mélasse, d'huile et d'acides. Ces produits, ainsi que toutes les autres matières premières, sont reçus dans la grande cour de droite, laquelle a dû être solidement pavée en raison des lourdes charges qu'elle a à supporter ; les camions de mélasse pèsent en effet environ 8 tonnes.

Les tonnes d'acides et les fûts d'huile sont descendus par un monte-charge. Les acides sont emmagasinés dans une cave voûtée spéciale. Quant à l'huile, on la verse immédiatement dans deux bâches en fer.

Les fûts de mélasse sont d'un maniement plus difficile, car ils pèsent environ 650 kilogr.; ils ne sont pas descendus au sous-sol. On les décante dans des sortes d'entonnoirs en fer-blanc encastrés dans le trottoir de la cour. Leur contenu s'écoule ainsi directement dans deux grands réservoirs placés au-dessous.

Au premier étage se trouvent les magasins de noir, les laboratoires de dosage et de pesage, la grande salle des malaxeurs, la salle des machines à emplir les boîtes, et toutes les dépendances de ces services importants.

Au deuxième étage, on trouve les réserves des différentes matières entrant en fabrication.

Plusieurs grands escaliers et monte-charges desservent toutes les parties du bâtiment et mettent en communication les différents services. C'est ainsi que les touries d'acide et la mélasse montent directement du sous-sol jusqu'à la salle des malaxeurs au moyen d'un monte-charge, tandis que l'huile nécessaire aux mélanges y est amenée par une pompe placée au sous-sol.

La force motrice qui actionne les malaxeurs, machines à emplir, monte-charge, etc., est fournie par une machine Corliss de 50 chevaux, construite par le Creusot, que nous décrirons plus loin.

Grâce à cette force motrice qui est largement assurée, toute l'usine est éclairée par l'électricité et chauffée par la vapeur.

L'usine de MM. Vve Ch. Leroy et Cie est établie pour fabriquer journellement 10000 kilogr. de cirage.

Après avoir expliqué la raison d'être des dispositions générales adoptées pour l'ensemble des bâtiments, il convient de parler de leur construction.

C'est la brique et le fer, à la presque exclusion de tous les autres matériaux, qui constituent le gros œuvre des bâtiments. La brique même, en dehors des murs mitoyens, construits en meulière, ne forme qu'un remplissage entre les formes en fer qui, par leurs piédroits, partent du rez-de-chaussée et enveloppent ainsi dans leur ossature les deux ou trois étages des différents bâtiments. Pour constituer cependant un abri contre la chaleur et le froid des saisons, ces remplissages sont formés de deux cloisons de briques de $0^m 11$, séparées entre elles par un espace vide de $0^m 25$; cet espace vide forme matelas d'air et sert en même temps, sur certains points, à l'aération et à la ventilation des ateliers et des magasins.

Le système de construction adopté est partout apparent. Les fers, les briques à deux tons ainsi que les bois, sont accusés sincèrement. Leurs différentes combinaisons, justifiées le plus souvent par des besoins de construction, forment la seule décoration des intérieurs et celle des extérieurs, protégés par des toits couverts en tuiles dont la saillie accentuée sert de couronnement aux façades. Il en résulte un aspect d'ensemble éminemment artistique et harmonieux.

A gauche de l'entrée de l'usine, isolée de la rue par un jardin, s'élève la maison d'habitation avec ses communs et ses diverses dépendances.

Quel que soit l'intérêt artistique de cette habitation, dans laquelle l'architecte a fait un emploi simultané de la meulière, de la brique et des terres cuites et émaillées, nous n'insisterons pas sur son architecture et sur son excellent aménagement, savamment étudiés par M. Paul Sédille. Nous compléterons ce que nous venons de dire sur l'ensemble de l'usine par l'étude détaillée de la construction en fer et du service mécanique et électrique.

Digitized by Google

Dispositions générales. Constructions métalliques. — L'industrie à exploiter dans l'usine de la rue Collange ne s'attaquant qu'à des matières de peu de poids, mais comportant en outre des préparations chimiques, elle nécessite des manipulations nombreuses qui demandent un certain développement dans les surfaces de planchers.

En principe, les bâtiments ont été construits sur sous-sols avec trois planchers, y compris celui des combles.

Comme nous l'avons déjà dit, les sous-sols reçoivent les dépôts de matières premières : noir animal, huiles, mélasses, acides, etc.

Le rez-de-chaussée est affecté aux bureaux, paquetage, emballage et magasinage.

Les manipulations diverses de la fabrication s'opèrent dans les étages, au moyen de malaxeurs et de différents outils spéciaux qui conduisent mécaniquement les produits jusqu'à leur mise en boîtes.

En outre des conditions d'économie que réclame tout industriel, on demandait, dans le cas qui nous occupe, la possibilité d'installer des transmissions aux différents étages, la facilité d'entretien des planchers et l'évacuation naturelle des odeurs qui se dégagent de toute opération chimique.

Pour réaliser ce programme, l'architecte a conçu l'ossature métallique avec murs creux indiquée plus haut et que nous allons examiner en détail. Elle fait honneur à MM. Baudet, Donon et Cie, nos excellents constructeurs de Paris et d'Argenteuil ; ils ont poussé la grâce et la légèreté jusqu'à la plus extrême limite, d'après le programme à la fois artistique et pratique qui leur était défini par M. Paul Sédille.

Dans chaque bâtiment et tous les cinq mètres environ, est établie une grande ferme composée essentiellement de deux poteaux extérieurs, avec poutres principales à chaque étage, et des arbalétriers de comble. Les fermes sont reliées entre elles par des solives, linteaux et pannes en fer.

Cette ossature est construite entièrement à treillis avec des fers très légers, calculés strictement pour les efforts ou les charges à supporter.

Quand le bâtiment a trop de largeur, une ou deux colonnes partent du sous-sol pour soulager les planchers et même les arbalétriers du comble.

Les solives, espacées de 90 centimètres environ, sont également à treillis et sont constituées suivant les charges spéciales qu'elles supportent.

On a exécuté en ciment tous les sols des locaux où devaient se faire des opérations, et en parquet de chêne tous les autres. Quand il s'est agi d'un parquet de bois seulement, on a fixé sur la solive, au moyen de vis, une fourrure en bois de sapin sur laquelle on clouait un premier parquet de sapin en bois de $0^m 035$ d'épaisseur, rainé et à baguette pour former plafond. Puis on a recloué par-dessus le parquet ordinaire en chêne de $0^m 025$. Mais on avait eu soin d'étendre préalablement entre ces deux parquets de bois, du papier goudron à joints recouverts pour éviter que même la poussière d'un étage puisse tomber à travers les joints de bois. L'épaisseur de ce plancher n'est donc que de $0^m 060$.

Lorsqu'il y avait lieu d'établir un sol en ciment, on a dû constituer un hourdis de plâtre pour porter le béton de sable sur lequel devait s'étaler le dallage en ciment. Pour diminuer la charge morte, on a réduit ce hourdis à $0^m 08$ d'épaisseur en établissant une paillasse métallique au moyen de fer I de $0^m 080$, d'entretoises de $0^m 012$ et de fentons de $0^m 007$.

Les solivettes de $0^m 080$ calées de $0^m 020$ sur les solives à treillis et assemblées avec elles au moyen de crapeaux et de boulons, permettaient d'appliquer en dessous du hourdis un enduit de plâtre formant plafond et laissant les solives à treillis apparentes dans toute leur hauteur. On a obtenu ainsi une plaquette en maçonnerie très résistante et n'ayant que $0^m 140$ d'épaisseur.

Les poteaux extérieurs de l'ossature ont une largeur de $0^m 50$ et ont une section en ⊨ avec âme à treillis, qui a permis de faire la clôture en construisant, au nu intérieur des ailes, deux murettes en briques de $0^m 11$, qui laissent entre elles un vide de $0^m 25$ environ, par lequel s'évacuent les odeurs au moyen de trous pratiqués en haut de chaque étage sur la murette intérieure, et d'autres trous pratiqués sur la murette extérieure à la partie supérieure des murs. Ce double mur avec matelas d'air a aussi l'avantage de former une protection contre les grandes variations thermométriques du dehors.

Les fermes de comble sont constituées par deux arbalétriers à treillis dont la poussée sur le haut des poteaux est annulée par des consoles qui s'assemblent sur l'extrémité des poutres principales du plancher et donnent à celles-ci la fonction d'entrait. Les pannes sont en fer I de $0^m 014$ et reçoivent des fourrures en bois de sapin, sur lesquelles on a cloué les chevrons destinés à recevoir le lattis de la couverture en tuiles.

Dans une partie de l'usine, ces chevrons reçoivent un hourdis plein, destiné à conserver une certaine température dans l'étage. Dans une autre partie, les chevrons sont emprisonnés entre deux parquets, l'un rainé à baguette formant plafond, et l'autre en bois brut de $0^m 013$ sur lequel se cloue le lattis. Sur le parquet inférieur, on a étendu du papier goudronné pour permettre aux infiltrations d'eau de s'écouler jusqu'au chéneau, et éviter de tacher le plafond si une tuile venait à se casser.

Clôture de l'usine. — La clôture sur la rue Collange, également établie par MM. Baudet, Donon et Cie, présente un caractère d'originalité qui s'harmonise bien avec l'ensemble des bâtiments de l'usine et de l'habitation, et mérite une mention spéciale.

Elle est établie en pan de fer et briques, couronné d'une grille et d'une hauteur moyenne de $3^m 20$. Constituée essentiellement en fers I de $0^m 140$ et en brique de $0^m 11$ sans aucun pilastre en maçonnerie, elle laisse le maximum de terrain au jardin qui s'étend devant l'habitation.

Chaque montant est arc-bouté par un fer à T qui s'assemble sur une plaque de fondation en tôle, formant ainsi une fermette verticale qui pose sur un massif en maçonnerie de meulière, auquel elle est liée par quatre boulons à scellement. Ces fermettes sont écartées de $2^m 75$. Leur intervalle est rempli par une murette en briques d'un dessin légèrement décoratif et de $1^m 80$ de haut, qui est coucouronnée par une pièce de fer en forme de ⊓ servant aussi à relier ces fermettes. Cette murette est surmontée d'une grille en fers carrés de $0^m 020$ et de $1^m 20$ environ de hauteur, moisés haut et bas par des fers en ⊔ de 30/15 qui sont reliés à ceux des travées voisines par des tenons en fer carré traversant les montants en fer I. Deux portes cochères et un guichet pratiqués dans la longueur de cette clôture pour le service de l'habitation sont construits avec les mêmes éléments que les grilles fixes, et ont aussi tous leurs assemblages faits avec des rivets à tête ronde qui accusent tous les détails de la construction.

L'entrée proprement dite de l'usine, ménagée à l'extrémité de cette clôture, occupe une longueur de $6^m 30$ et a une certaine importance avec un caractère décoratif très accusé. L'architecte en a fait un véritable porche, comprenant pilastres, archivolte, auvent, etc. Ce porche est constitué par une ossature métallique avec remplissage en briques et céramique. Notre gravure (fig. 1) en reproduit l'aspect.

Quoique la hauteur totale de cet édicule atteigne $7^m 70$ au-dessus du sol, les montants principaux en fer I n'ont que $0^m 20$. Comme pour les autres montants de la clôture courante, leur stabilité est assurée par des arcs-boutants solidement construits et boulonnés aux massifs de fondation.

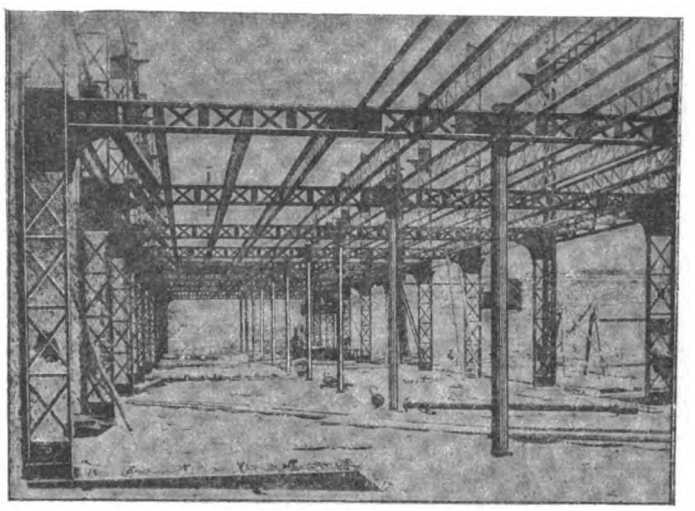


Fig. 2. — Ossature métallique de l'usine.

Installation d'éclairage électrique. — L'installation d'éclairage électrique a été confiée à MM. Schneider et Cie du Creusot. Cette installation très complète, dont le fonctionnement est irréprochable, comprend :

Une dynamo Ganz Δ^s de 110^v 100^a ;
Un tableau de distribution complet ;
Une batterie de 60 accumulateurs Tudor ;
La canalisation pour trois circuits indépendants ;
200 lampes à incandescence et 8 lampes à arc.

Dynamo. — La dynamo à courant continu est du système Ganz, dont MM. Schneider et Cie sont les constructeurs exclusifs pour la France et ses colonies (1). Cette dynamo est actionnée par une machine Corliss commandant également les ateliers.

Le moteur en question, construit au Creusot, comporte les perfectionnements brevetés par G.-H. Corliss, dont MM. Schneider et Cie sont les concessionnaires pour la plus grande partie de la France.

A la vitesse de 600 tours par minute, la dynamo développe 100 ampères sous une différence de potentiel de 110 volts. Ce type de dynamo, d'une construction robuste et soignée, est caractérisé par un rendement très élevé, une élasticité de puissance très étendue ; les dimensions et les dispositions des différentes parties constitutives ont pour résultat de supprimer les étincelles au collecteur et de réduire la dépense de balais au minimum ; pour la même cause, la différence de potentiel aux bornes de la dynamo est presque indépendante de sa charge.

L'excitation est en dérivation aux bornes, et un rhéostat intercalé dans le circuit permet de régler exactement la différence de potentiel ; la résistance du rhéostat une fois déterminée est d'ailleurs invariable et l'on n'a pas à s'en préoccuper.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution (fig. 4) porte les appareils de mesure, de réglage et les commutateurs ; en outre de ces appareils principaux il comprend également les fusibles de sûreté et autres accessoires secondaires.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX n° 12, p. 192.

Digitized by Google

L'installation comportant une batterie d'accumulateurs, le tableau est muni des appareils nécessaires à la charge et à la décharge de ces accumulateurs, et des jonctions répondant aux conditions de marche imposées.

Les conducteurs principaux de la dynamo aboutissent à deux commutateurs bipolaires A et B, le premier servant à la charge ou à la décharge des accumulateurs, le second à l'allumage ou à l'extinction

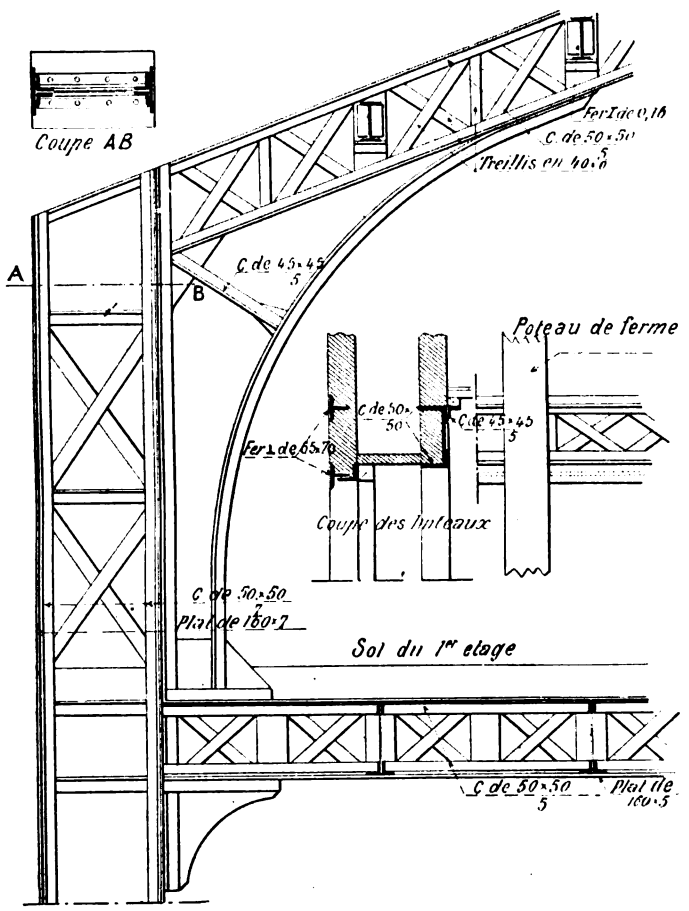


Fig. 3. — Détail de la charpente métallique.

des lampes des deux circuits de l'usine. Un commutateur simple F permet l'extinction des arcs des cours depuis la salle des machines.

Deux ampèremètres intercalés dans ces circuits permettent de se rendre compte du fonctionnement ; un seul voltmètre, en communication avec une cheville bipolaire K, donne la différence de potentiel des deux circuits par l'introduction de la cheville dans les prises de courant H.

Le commutateur D permet d'utiliser les accumulateurs pour l'éclairage des deux circuits de l'usine, et celui C, combiné avec A, donne la possibilité d'alimenter les lampes de l'habitation par la dynamo ou par les accumulateurs.

Lorsque la force électromotrice de ceux-ci baisse, un commutateur à plusieurs touches E permet d'introduire de nouveaux éléments dans le circuit.

Accumulateurs. — Les accumulateurs, au nombre de 60, sont du système Tudor formant un seul circuit ; leur emploi est motivé par la nécessité d'éclairer différents points de l'installation pendant l'arrêt de la dynamo, qui, comme nous l'avons dit, est commandée par le moteur des ateliers.

Canalisations. — Les canalisations forment trois circuits indépendants : le premier, pour l'éclairage de l'habitation de Mme veuve Leroy, le deuxième, pour les lampes à incandescence des ateliers, et le troisième, pour les lampes à arc des cours.

Les câbles sont sous plomb dans les sous-sols, isolés au caoutchouc et sous moulures dans les locaux secs, et en fils nus, sur porcelaines, à l'extérieur ; à chaque branchement principal est placé un coupe-circuit bipolaire, tandis qu'aux dérivations secondaires les coupe-circuits ne sont placés que sur un seul fil. De même que pour les appareils du tableau, tous les coupe-circuits sont montés sur porcelaine ; de plus, ils sont placés dans des tubes en verre pour éviter les projections de métal fondu en cas de fonctionnement.

Les sections des conducteurs ont été calculées pour donner lieu à une perte maximum de 3 %, de sorte qu'il n'a pas été nécessaire d'employer de rhéostat automatique de potentiel, comme il convient de le faire, dans la plupart des cas.

Lampes. — Les lampes à incandescence sont de 16 bougies à douille, à vis enchâssée dans une monture en porcelaine.

Les lampes à arc sont du système Bardon. Ces lampes, d'une construction extrêmement simple, fournissent une lumière d'une fixité absolue et l'allumage se fait sans hésitation, l'arc prenant immédiatement sa longueur normale.

Cette installation d'éclairage électrique fonctionne d'une manière irréprochable depuis le mois de juin dernier. Les détails en ont été confiés à la maison Lombard, Gérin et Cie de Lyon.

Force motrice. — *Machine*. — La force motrice installée par MM. Schneider et Cie, est fournie par une machine à vapeur horizontale du système Corliss à condenseur vertical commandé par un excentrique monté sur l'arbre. Cette machine, très élégante d'aspect, peut fonctionner à volonté à condensation ou à échappement libre. Son volant-poulie actionne une transmission de 40 mètres de longueur placée dans le sous-sol, laquelle donne le mouvement aux monte-charges, aux malaxeurs et à la dynamo.

Les données principales du moteur sont les suivantes :

Diamètre du cylindre à vapeur	0m350
Course du piston	0m800
Nombre de tours par minute	70
Force en chevaux effectifs	50 chevaux.

Chaudières. — La vapeur est fournie par deux générateurs à foyer intérieur avec tubes en prolongement, dont voici les données principales :

Diamètre du corps cylindrique	1m560
Longueur	6m100
Surface de chauffe totale par chaudière	60 mètres carrés
Timbre	7 kilogr.

Une cheminée en tôle de 24 mètres de hauteur et de 0m650 de diamètre à la partie supérieure, du système spécial du Creusot, dessert la chaufferie.

Il a été fait à ces chaudières, par M. L. Dulac, Ingénieur-constructeur, une intéressante application de son système de foyer fumivore. Nous donnerons quelques détails à ce sujet.

Foyers fumivores L. Dulac. — Voici sur quels principes reposent les foyers fumivores de ce système.

La combustion de la houille, telle qu'elle se fait ordinairement sur une grille horizontale, constitue un procédé théoriquement anormal, en ce sens que l'air pénètre dans le foyer en raison inverse des be-

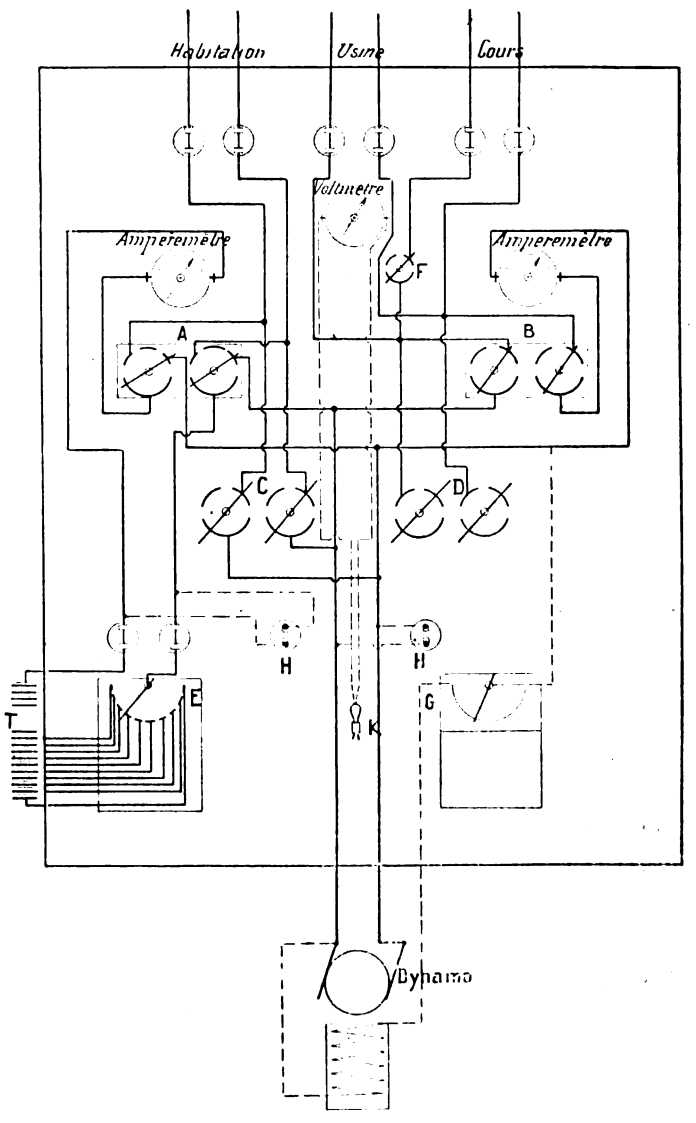


Fig. 4. — Schéma du tableau de distribution.

soins de la combustion. Lorsque la grille se trouve imparfaitement garnie de coke en ignition, l'air afflue en minimum de résistance ; en chargeant cette grille de houille crue, on augmente nécessairement la résistance au passage de l'air, et cela précisément au moment où la rapide distillation des hydrocarbures exige le maximum de comburant. Chaque ouverture des portes supprime radicalement le passage de l'air au travers du combustible et introduit, dans le foyer, des calories négatives sous forme d'air froid.

Digitized by Google

En inclinant la grille d'une façon suffisante pour que la houille descende par la gravité, ce qui paraît être le remède à l'inconvénient signalé, on transforme cette grille en un crible qui tamise les menus non encore agglutinés; ce que l'on gagne en améliorant la combustion est perdu par ce tamisage.

En substituant des gradins horizontaux, rectilignes ou courbes, aux barreaux ordinaires, on supprime l'inconvénient précité; mais, en quelques jours, les gradins, partiellement engagés dans la masse en ignition, sont le plus généralement brûlés et l'on perd en matériel ce que l'on économise en combustible. Si enfin, comme on l'a essayé, les gradins sont rafraîchis par un courant d'eau à l'air libre. le volume d'eau évaporé varie entre 50 à 60 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure, et ce qu'on gagne en améliorant la combustion est perdu par l'inutile évaporation du liquide.

Tel est l'état de la question.

Le problème, tel que se l'est posé M. L. Dulac, consiste à obtenir la combustion graduelle et parfaite de la houille avec le minimum d'air en excès, en ne produisant pas de fumée opaque et en augmentant l'écart $T - t$ entre la température des gaz brûlés et celle des parois du générateur. Il convient que ce résultat soit obtenu sans chute d'escarbilles ou de houille même dans le cendrier, sans usure du matériel et sans évaporation d'eau inutile ; enfin, le foyer doit rester toujours accessible, le décrassage facile, loin de ralentir la production de vapeur, il doit l'activer, et l'arrêt de la combustion, presque instantané, doit pouvoir être suivi du fonctionnement normal du foyer dans un temps très court. Le rendement du foyer doit se trouver placé, autant que possible, hors de la dépendance du chauffeur.

Le foyer Dulac satisfait pratiquement à ce problème complexe et mérite une mention spéciale. On a pu le voir fonctionner à l'Exposition universelle de 1889, et son auteur lui a encore apporté, depuis lors, des perfectionnements. Il se présente sous la forme d'une cuve conique en briques de $0^m 11$, refroidies extérieurement par un courant d'air qui contourne la cuve avant de se rendre à la grille. Celle-ci, inclinée à environ 45°, est formée d'une série de cuvettes en fonte étagées, sur lesquelles reposent de petits barreaux en fonte juxtaposés et mobiles autour de la base triangulaire plongée dans l'eau de la cuvette. La porte de chargement, très ingénieusement disposée, réduit au minimum les entrées d'air au moment du chargement.

Voici le résultat moyen d'une série d'analyses effectuées sur un foyer de ce genre comparativement avec la combustion dans un foyer ordinaire :

	Gaz de la combustion en volume			
	CO^2	CO	O	Az
Foyer à grille ordinaire	8	0,5	11,5	80
Foyer Dulac.	12	0	8	80

Il est facile de constater sommairement par ce tableau que l'utilisation de l'oxygène, c'est-à-dire sa transformation en acide carbonique, est beaucoup plus complète dans le système Dulac que dans la plupart des systèmes usuels : en un mot, la combustion est pratiquement plus parfaite. Nous aurons sans doute occasion de revenir sur ce sujet avec plus de détails.

Chauffage et ventilation. — Le chauffage de l'usine est assuré à l'aide de vapeur fournie par les générateurs qui alimentent en même temps les machines pour l'éclairage électrique et la force motrice. L'installation du chauffage a été faite avec sa perfection ordinaire par la maison Geneste et Herscher; elle est disposée de façon à desservir facultativement et indépendamment les divers locaux intéressés, et cela dans des conditions rationnelles de répartition et de fonctionnement général. Son principe général repose sur l'emploi des tuyaux à ailettes. Il a été tenu compte tout d'abord dans l'installation de ce fait que, dans l'édification des bâtiments, les remplissages de la construction en pans de fer et briques étant de faible épaisseur, on a pris la précaution de constituer, au moyen d'un doublage intérieur également en briques, des murs creux excellents au point de vue thermique.

La vapeur de chauffage, après avoir traversé un appareil détendeur, descend dans la cave, franchit en contre-bas du sol l'espace séparant le bâtiment des chaudières de ceux des ateliers et gagne un récipient d'où partent deux tuyaux distributeurs. L'un de ceux-ci, de beaucoup le plus important, est chargé d'alimenter la totalité des locaux chauffés de l'établissement, sauf deux salles seulement, desservies directement par la seconde prise.

La conduite distributive principale élève rapidement la vapeur jusqu'au second étage, où elle s'infléchit et circule en contre-haut de tous les locaux à desservir dans un plan presque horizontal, présentant seulement un peu de pente, pour permettre à la vapeur et à l'eau condensée de s'écouler dans le même sens, et de façon à empêcher tout conflit entre les deux fluides. Cette dernière règle est d'ailleurs suivie dans toutes les parties de l'installation; son observance rend plus facile la circulation et la distribution de la vapeur et contribue en même temps à éviter les chances de bruit, ainsi que les chocs. Dans le même but, diverses mesures ont été prises pour permettre les dilatations sans compromettre le maintien de la circulation distributrice dans un plan déclif; enfin, les joints de cette conduite sont manchonnés, à filet « droite et gauche », avec contre-écrous de serrage.

L'eau condensée produite par le fonctionnement général de l'installation est recueillie dans une conduite collectrice unique, sans pression, et ramenée jusqu'auprès des générateurs de vapeur.

Des batteries chauffantes, installées directement dans les locaux intéressés, sont mises en communication à la fois avec les tuyaux distributeurs de vapeur et avec les collecteurs de retour d'eau condensée; ces batteries, commandées par des robinets d'entrée et munies de purgeurs d'eau et d'air, permettent le chauffage indépendant et facultatif de chacune des salles. L'importance des appareils de chauffage est proportionnée aux besoins respectifs des locaux.

La répartition et la disposition des surfaces chauffantes a été l'objet de soins particuliers. Partout on a cherché à placer ces surfaces de chauffe là où elles pouvaient le mieux combattre l'influence des parois refroidissantes; et, sauf quelques exceptions résultant des exigences de l'aménagement, on s'est servi de lignes de tuyaux courant près du sol, au bas des murs extérieurs et munis d'ailettes d'un développement calculé suivant les cas. Les points d'extrémité de ces tuyaux sont dressés, chambrés et munis de bagues en cuivre.

Pour ce qui est de la ventilation, bien que toutes les parties de l'usine soient vastes et que le va-et-vient constant du personnel assurât déjà une aération efficace, on n'en a pas moins pris certaines mesures propres à favoriser le renouvellement continu de l'atmosphère des locaux. Les murs creux existants offraient, à ce point de vue, une ressource tout indiquée; on s'en est servi comme de cheminées ascendantes de sortie d'air, communiquant d'une part avec chaque salle par des grilles s'ouvrant près du plafond, et, d'autre part, débouchant à l'extérieur près de la toiture.

Le laboratoire est pourvu d'une hotte et d'une grande gaîne distincte destinées à l'évacuation des gaz et vapeurs provenant de la fabrication.

Telles sont, dans leur ensemble, les dispositions prises pour assurer le chauffage et la ventilation de l'établissement.

Patronage. — Nous ne saurions terminer cette étude sans dire quelques mots des soins de patronage qui sont une des préoccupations, justement motivées à l'heure actuelle, de la direction de l'usine à l'égard de son personnel. Sans avoir adopté de forme précise au point de vue théorique, ce patronage est constant et paternel.

En cas de maladie, les ouvriers et ouvrières reçoivent, à domicile, des secours en argent proportionnés à leur état et, en cas d'accident survenu pendant le travail, les frais de médecin et de pharmacien sont supportés par l'administration de l'usine.

Au point de vue de la moralisation, une surveillance stricte est exercée sur la bonne tenue des ateliers; toute grossièreté de langage ou de gestes est formellement interdite et les contrevenants sont inexorablement congédiés.

Les hommes et les femmes travaillent séparément, en dehors de toute promiscuité possible; les rassemblements, toujours pernicieux, à l'entrée et à la sortie des ateliers, sont interdits d'une façon effective.

Les encouragements au travail sont fondés sur l'augmentation du salaire, ce qui est bien, dans la plupart des cas et lorsqu'il s'agit d'une industrie exigeant de nombreuses manipulations, le meilleur mode de participation aux bénéfices; rien ne permet mieux de récompenser avec précision l'intelligence et l'activité personnelles.

Les mesures paraissent d'ailleurs être efficaces, car la bonne tenue de l'usine est remarquable et le personnel ouvrier paraît être sincèrement appartenant à ses chefs. Nous avons vu dans cette fabrique une ouvrière appartenant à l'établissement depuis 1864, c'est-à-dire depuis 28 ans, une autre depuis 26 ans. La moitié du personnel féminin compte de 10 à 15 ans de service. Le personnel masculin est un peu moins stable, et cela tient peut-être à ce que l'usine s'étant déplacée de Paris pour venir s'installer dans la banlieue, il en est résulté quelques ruptures d'habitudes inévitables: cependant le plus ancien ouvrier compte vingt années de services et plusieurs autres sont dans l'établissement depuis dix ans.

Au point de vue de l'hygiène, l'usine de MM. Vve Ch. Leroy mérite d'être citée comme un modèle: la propreté y est poussée jusqu'au luxe et l'on trouve à chaque pas la preuve d'une recherche méticuleuse de l'ordre et du bon entretien. C'est un exemple qui mérite d'être suivi et encouragé.

MAX DE NANSOUTY.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES CAISSES D'ÉPARGNE EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

La réforme des caisses d'épargne et l'emploi de leurs fonds est une des questions les plus graves et les plus discutées de nos jours par les économistes, soit dans les Chambres françaises, soit dans les congrès. Elle intéresse au plus haut degré, non seulement les petites bourses et par suite la classe ouvrière, mais encore l'Etat, car les fonds à employer proviennent d'épargnes, amassées sou par sou, constituant souvent la seule ressource de celui qui les a recueillies, et il convient d'encourager ces économies, en donnant aux déposants des avantages qu'ils ne trouveraient pas dans les banques, tels que faculté de déposer par sommes des plus minimes, tout en maintenant l'intérêt à un taux supérieur au taux moyen des placements en compte courant. Le problème est difficile, l'emploi des fonds devant être suffisamment productif pour obtenir un pareil taux, et présenter en même temps les gages d'une sécurité absolue; or la sécurité et l'élévation du taux sont généralement contradictoires. Un Gouvernement sage ne saurait se désintéresser d'une aussi grave question, qui touche au développement de la richesse du pays par l'influence moralisatrice de l'épargne sur l'ouvrier: elle le pousse, en effet, vers la vie de famille et lui fait abandonner peu à peu le cabaret, où le jeu et la boisson se disputent trop souvent le gagne-pain d'un pauvre

Digitized by Google

ménage. Mais les ouvriers ne sont pas les seuls clients des caisses, et leur intérêt ne peut donc être l'unique souci des législateurs : les petits rentiers, le commerce modeste, les employés laborieux et peu fortunés ont l'habitude, eux aussi, de recourir à elles. Il résulte de cette situation une complexité d'intérêts, qui rend fort délicate pour les réformateurs la mission qu'ils se sont imposée.

Historique des caisses d'épargne. — De bonne heure (1), en France, le Gouvernement s'est interposé dans le mécanisme des caisses d'épargne; il suffit de jeter un coup d'œil sur leur historique pour voir comment les progrès de cette intervention ont amené une réglementation qui peut paraître excessive.

De création toute moderne, ces caisses naissent en France relativement tard. Alors qu'en Angleterre on en voit dès 1798, Paris n'a la sienne que vingt ans après. Cette première caisse, fondée par la Compagnie royale d'assurances maritimes, s'ouvre le 15 novembre 1818 sous la présidence du duc de la Rochefoucault-Liancourt. D'autres villes ne tardent pas à suivre cet exemple : Bordeaux et Metz, en 1819; Rouen, en 1820; Marseille et Nantes, en 1821.

Ces établissements, libres et indépendants au début, étaient cependant tenus de placer leurs fonds en rentes françaises 5 %; si les cours venaient à fléchir, leur réserve fatalement se trouvait entamée. Pour remédier à cet inconvénient, l'ordonnance du 3 juin 1829, sanctionnée par la loi du budget de 1830, autorise les caisses à entrer en compte courant avec le Trésor, moyennant un intérêt de 4 % (2) et leur permet de retenir jusqu'à concurrence de $^1/_2$ % aux déposants, pour couvrir les frais d'administration. La loi de juin 1835 consacre ces mesures d'une manière définitive; elle stipule en outre que les versements hebdomadaires ne dépasseront pas 300 francs et que les dépôts, intérêts accumulés, seront limités à un maximum de 3 000 fr., élevé toutefois à 6 000 francs en faveur des sociétés de secours mutuels. Mais l'Etat n'est pas fait pour faire valoir des capitaux : la loi du 17 mars 1837 charge donc la Caisse des Dépôts et Consignations de recevoir les fonds des établissements d'épargne.

En 1845, les encaisses ont tellement augmenté qu'on croit devoir en diminuer l'importance. Afin d'éviter les crises pouvant résulter du retrait brusque des fonds, on abaisse le maximum de dépôt à 1500 francs; toutefois, avec la capitalisation d'intérêt, le compte courant par livret peut atteindre 2000 francs. En compensation, les déposants sont autorisés à acheter, sans frais, des inscriptions de rentes, par l'intermédiaire des caisses d'épargne, mais sur leur demande expresse seulement.

La crise de 1848 mit les caisses et l'Etat, garant du remboursement, dans une situation des plus graves. Afin d'empêcher les retraits, on porta tout d'abord le taux de l'intérêt alloué aux établissements d'épargne à 5 %. Cette mesure ne fut d'aucune efficacité; les retraits arrivaient en masse et la réalisation difficile de la rente, dont la baisse était de 50 %, mettait le Trésor dans une grave situation. L'Etat dut penser à lui; il prit des mesures pour sauvegarder ses intérêts au détriment des déposants, et déclara ne rembourser que 100 francs par livret; pour le surplus, il offrit des bons du Trésor et des rentes 5 % au pair. Celles-ci subissaient à ce moment une baisse considérable, d'où résulta un gros dommage pour les déposants, mais il fut en partie réparé au mois de juillet suivant, par la cession de la rente, non pas au pair, mais à 80. Le préjudice causé aux petites bourses devint ainsi moins criant.

Dès 1850, les esprits semblent tranquillisés; les caisses reprennent leur service habituel et de nombreux déposants ont de nouveau recours à elles. Le Gouvernement, encore ému de la crise qu'il a traversée récemment, cherche à entraver ce mouvement en limitant le maximum de dépôt à 1 000 francs; si, par suite du règlement annuel des intérêts, le compte courant d'un client vient à dépasser ce chiffre, la Caisse doit l'avertir de retirer ses fonds dans les trois mois; sinon, d'office, elle lui achète du 5 %, ou du 3 %, si le 5 dépasse le pair. Actuellement, cette loi est encore en vigueur (3) : le capital versé ne doit pas dépasser 1 000 francs et, avec les intérêts accumulés, 2 000. Les Caisses ont en outre le droit d'user de la « clause de sauvegarde », instituée à la suite de la crise de 1870, en vue des difficultés de remboursement que peut, en pareil cas, rencontrer le Trésor. Cette clause consiste dans la faculté de ne rembourser que 50 francs par quinzaine et par livret.

En résumé, l'état actuel de la législation des caisses d'épargne est le suivant : 1° obligation pour une Caisse d'Etat de recueillir tous les fonds déposés; 2° emploi des dépôts en titres de la Dette d'Etat et en compte courant au Trésor: 3° obligation pour l'Etat de rembourser en numéraire, sauf en temps de crise; dans ce cas, la clause de sauvegarde intervient, par simple décret rendu au Conseil d'Etat (loi du 9 avril 1881) (4).

A ce régime Étatiste s'oppose celui du libre emploi des fonds, adopté généralement dans les autres pays de l'ancien et du nouveau continent, et par lequel les caisses d'épargne sont autorisées à placer leurs capitaux en valeurs permises par la loi ou par les statuts qui leur sont propres. Le premier système est exclusif à la France. Le système anglais est mixte; les partisans du régime Étatiste prétendent, il est vrai, le contraire, mais cela tient à ce qu'ils ne distinguent point le Post-Office des Savings-Banks. Le Post-Office se rapproche effectivement de notre système; toutefois, comme le fait observer M. Rostand, il ne borne pas ses placements en consolidés. Quant aux Savings-Banks, elles remettent une part de leurs fonds aux commissaires pour la réduction de la Dette et placent le reste « en valeurs parlementaires et pupillaires », telles que dépôts à la Banque d'Ecosse, hypothèques à Glascow, administration communale, etc.

Partout ailleurs qu'en France et en Angleterre, le régime est libre. A un pays comme la Grande-Bretagne, où la situation politique est stable, la rente peu mobile, un régime mixte peut convenir, mais est-ce à dire qu'on devrait l'adopter chez nous, par cette seule raison qu'il est excellent chez nos voisins d'outre-Manche? Autres nations, autres mœurs, autres nécessités. D'ailleurs, les colonies anglaises elles-mêmes se sont bien gardées d'imiter la métropole, et cette adoption du régime de libre emploi dans des pays instruits par la pratique de la mère-patrie ne donne-t-elle pas à réfléchir?

Pour juger les deux systèmes en présence, recherchons les avantages et les inconvénients de chacun d'eux. Il nous faut examiner d'abord lequel des deux régimes remplit le mieux les fonctions des caisses d'épargne, lequel est le plus avantageux pour les déposants, les caisses et l'Etat.

Fonctions des Caisses d'épargne. — Les caisses d'épargne ont deux fonctions : l'une consiste à recueillir et à développer l'épargne, l'autre à la bien employer.

La première est remplie chez nous, mais elle l'est mieux à l'étranger; les statistiques prouvent en effet que les fonds déposés y sont plus nombreux que dans notre pays. M. Rostand, dans son intéressant ouvrage sur la réforme des caisses d'épargne, nous donne à cet égard les renseignements suivants :

Caisses françaises à régime d'adduction forcée à la dette de l'État.

Caisses d'épargne	Soldes dus	Population	Proportion par 100 habitants
—	—	—	—
	Francs	Habitants	Francs
Paris	139.804.597	2.350.000	5.949
Lyon	61.998.105	401.930	15.425
Marseille	53.440.989	376.143	14.207
Nantes	25.984.006	127.483	20.382
Brest	25.542.258	70.778	36.087

Passons aux pays où fonctionnent les caisses à régime de libre emploi.

En Allemagne, comparons d'abord Berlin, capitale, à Paris, capitale. Berlin compte 144 631 048 francs de dépôts pour une population de 1 574 485 habitants, soit 9 185 francs par 100 habitants. Son solde dû est supérieur à celui de Paris, bien que sa population soit inférieure d'environ 775 000 habitants. Sa proportion pour 100 habitants dépasse donc celle de Paris de 3 200 fr.

Brême est la ville allemande où la proportion pour cent est la plus forte; sa population, qui est de 118 615 habitants, se rapproche de celle de Nantes, tout en lui étant inférieure. Mais la somme des dépôts est presque triple (70 885 706 francs); la proportion pour 100 habitants est de 59 761 francs, bien plus grande que celle de Brest, qui occupe à cet égard le premier rang en France. A Copenhague, le dépôt par 100 habitants s'élève à 55 583 fr.

Ces proportions, toutefois, n'approchent pas de celles qu'on observe en Italie, où l'institution des caisses d'épargne a donné des résultats exceptionnellement brillants.

Pour éviter une trop grande accumulation de chiffres, nous nous bornerons à citer la caisse de Milan, bien que nombre d'autres soient également dignes de fixer l'attention. Dans cette ville, dont la population est de 399 081 habitants, les dépôts effectués sont de 483 580 847 francs, correspondant à 108 644 francs par 100 habitants! Cette proportion extraordinaire a vivement frappé partisans et adversaires de la réforme des caisses d'épargne; aussi a-t-elle été discutée par les uns et les autres ces temps derniers, notamment dans un rapport présenté à l'assemblée générale des Directeurs par M. Goullin, vice-président de la caisse de Nantes et partisan du statu quo. Il fait remarquer, dans cette étude, que la caisse de Milan fonctionne non pour la ville seule, mais pour la Lombardie tout entière, par conséquent, que la proportion des dépôts par 100 habitants doit être diminuée d'autant. La conclusion est juste, mais le raisonnement laisse tout au moins à désirer, quand il compare la caisse lombarde à l'ensemble de celles d'importance très variable des départements réunis : Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Gard, Ardèche, Drôme, Isère, Loire et Rhône, dont la population (3 911 216 habitants) approche de celle de la Lombardie (3 682 000 habitants). Or ses propres calculs constatent que le groupe français, malgré son excédent de population (230 000 habitants environ), n'arrive qu'à une proportion, pour 100 habitants, de 8 103 francs contre 11 752 francs, qui est celle de la caisse de Milan. En prenant le seul département des Bouches-du-Rhône, la proportion, il est vrai, remonte légèrement et elle atteint 8 835 francs par 100 habitants; mais ce chiffre est encore inférieur à celui de la caisse italienne. De quelque manière qu'on envisage la question, l'avantage reste donc toujours et sans conteste à Milan.

De cet ensemble d'observations, il nous est permis de conclure que le développement des épargnes est plus considérable sous le régime de libre emploi que sous le régime Étatiste, et que les résultats les plus remarquables à cet égard sont obtenus par les caisses italiennes.

Cependant, de tous les peuples, le Français est, sans contredit, celui qui possède au plus haut degré l'esprit d'ordre et d'économie. Sa richesse démocratisée est répartie dans des millions de petites bourses, subdivisée en un nombre infini de coupures mobilières, et l'incontestable puissance de cette richesse s'est manifestée bien des fois, principalement lors de la libération du territoire, puis au commencement de l'an passé, à l'occasion de l'emprunt national sous-

(1) Voir le *Dictionnaire d'economie politique*, par Ch. COQUELIN et GUILLAUMIN.

(2) Cet intérêt est de 3,75 % depuis la loi du budget du 26 décembre 1890.

(3) Le 5 % n'existait plus depuis 1852; après les tristes événements de 1871, on fut obligé d'émettre un nouvel emprunt de 5 % converti en 4 $^1/_2$ par la loi du 27 avril 1883. Le 4 $^1/_2$ étant, à l'heure actuelle, au-dessus du pair, les Caisses n'achètent plus que du 3 %.

(4) ROSTAND, *la Réforme des Caisses d'épargne*, chap. III.

Digitized by Google

crit *dix-sept* fois; enfin, le 15 octobre 1891, jour où l'emprunt russe fut couvert sept fois par la seule épargne française, tandis que les autres nations réunies le souscrivaient une demi-fois seulement.

Il est vrai que le système de versement par échéances a rendu, dans les deux derniers cas, la souscription abordable aux épargnes les plus modestes, ainsi que l'a prouvé la foule d'ouvriers, de petits bourgeois et de femmes du peuple, qui se pressaient aux guichets le jour de l'émission. Il importe en plus de remarquer que, malgré ces emprunts d'Etat, les caisses d'épargne n'ont pas cessé un instant de recevoir des placements et de fonctionner comme en temps normal, ce qui tendrait à prouver que ces établissements ne recueillent pas la totalité des capitaux qu'ils devraient recevoir, le surplus restant improductif pendant un temps plus ou moins long, en attendant l'occasion d'un placement avantageux. C'est là une situation fâcheuse à laquelle il faudrait remédier.

Régime Etatiste et régime de libre emploi comparés aux points de vue des déposants, des Caisses et de l'État. — Nous venons de voir que la première fonction des caisses d'épargne est mieux remplie à l'étranger que dans notre pays. Nous allons examiner maintenant lequel des deux régimes utilise le mieux les épargnes : le régime français à adduction forcée à la dette de l'Etat, ou le régime du libre emploi des fonds. Cette seconde question sera étudiée aux points de vue des déposants, des caisses et de l'Etat.

INTÉRÊT DES DÉPOSANTS. — Relativement aux déposants, un bon emploi des fonds doit remplir les conditions suivantes : *sécurité*, *disponibilité à vue*, *productivité*.

La *sécurité* exige trois choses essentielles : la variété des placements, leur solidité, une réserve suffisante pour faire face à tous remboursements éventuels.

La sécurité n'est pas complètement satisfaite en France. C'est une vérité bien connue qu'on doit varier l'emploi de ses fonds et qu'il est imprudent de les placer exclusivement en rentes sur l'Etat (1). Si le taux de la rente baisse, on perd fatalement la différence entre le taux d'achat et le taux actuel, tandis qu'avec la diversité d'emploi, la perte peut souvent être compensée. De plus, dans le système français, les Caisses se trouvent intimement liées à l'Etat, et tout ce qui touche à son crédit les atteint. Or, on ne sait que trop combien les passions politiques sont disposées à critiquer le gouvernement au pouvoir; elles lui reprochent de mal employer les capitaux en échange desquels sont émises les rentes, et si ces remarques, souvent injustifiées, n'émeuvent pas les gouvernants, elles sont de nature à effrayer la petite épargne, crédule et peu éclairée, qui se sent portée à retirer ses fonds des caisses auxquelles elle les a confiés.

Les partisans de la doctrine Étatiste objectent : « Le système actuel est excellent, vu que les rentes françaises sont à un taux bien supérieur à celui d'achat; quand il faudra réaliser, la Caisse des Dépôts aura plus d'argent qu'il n'est nécessaire pour rembourser les déposants. D'ailleurs, *quoi qu'il* arrive, la Caisse est toujours tenue de rendre *intégralement* les sommes qui lui ont été confiées » (2). Ceci est vrai en temps normal, mais ne l'est plus en cas de crise. La Caisse, en cette occurrence, pour se procurer les fonds nécessaires, devra vendre son portefeuille de 3 %, ce qui amènera forcément une dépréciation considérable de cette valeur, et la clause de sauvegarde ne suffira pas à la sauver. La plupart des déposants, profitant de leur droit, se présenteront en masse aux guichets, afin de retirer la portion de leur pécule, que l'Etat consent à leur rendre : soit cinquante francs par quinzaine et par livret. Les calculs ont démontré quelles sommes énormes seraient à rembourser en un court espace de temps, malgré la suspension partielle de paiement. D'après le rapport adressé au Président de la République sur les opérations des caisses d'épargne en 1889 (*Journal officiel* du 29 décembre 1890), 477 millions en espèces seraient exigibles pendant le premier mois : 210 millions environ dans la première quinzaine, un peu plus de 147 millions dans la seconde; sommes auxquelles il faut ajouter 120 millions à rembourser par la Caisse postale, ce qui conduit au total indiqué ci-dessus. L'exigibilité serait de près de 400 millions pour le second mois, puis de 345 millions pour chacun des mois suivants jusqu'au remboursement intégral (3).

On voit par ces chiffres, quelles masses considérables de 3 % seraient jetées sur le marché et la perte fatale qui en résulterait pour le Trésor; une crise inévitable en serait la conséqueuce, et le mode d'attermoiements adopté en 1848 et en 1870 ne saurait la conjurer. Encore l'Etat ne devait-il qu'un solde de 358 millions à peine, en 1848, et de 695 millions en 1870, tandis qu'aujourd'hui il lui faudrait trouver *plus de 3 milliards !* « Pourrait-il, nous dit M. Rostand, même en s'abritant du rigoureux procédé qu'on appelle clause de sauvegarde, rembourser 400 ou 500 millions par mois, au moyen d'une simple avance onéreuse de la Banque de France, comme en 1870 ? Or la rente 4 ½ % est à 105; le 3 % à 95, bientôt à 100; que seraient, en cas de retraits hâtifs, coïncidant avec une baisse violente, les cours de réalisation ? » La clause de sauvegarde serait inefficace, et, pour se tirer d'affaire, l'Etat se verrait contraint de recourir à des procédés violant les droits des déposants.

Si les caisses françaises n'ont pas la faculté de varier leurs placements, elles n'ont pas davantage la possibilité de conserver des réserves pour faire face aux éventualités, ou du moins, elles n'en peuvent garder que d'insignifiantes, en comparaison de celles que nous voyons dans les caisses libres d'Italie, par exemple. Interrogeons sur ce point les documents (1).

Villes	Durée d'existence	Soldes dus aux déposants au 1er janvier 1890	Patrimoines-réserves	Proportions des réserves aux soldes dus
	ans	fr.	fr.	%
Paris	71	139.804.597	3.695.974	2,6
Lyon	67	61.998.105	1.891.196	3,05
Marseille	68	53.440.989	1.550.727	2,9
Nantes	68	25.984.006	583.772	2,2
Berlin	72	144.632.048	6.322.543	4,3
Brême	65	70.485.706	3.634.173	5,1
Milan	67	439.087.450	47.704.685	10,8
Ravenne	50	6.409.115	1.295.659	20,2
Rotterdam	72	17.232.852	2.767.806	16 »

Nous voyons par cette statistique l'importance des réserves à l'étranger, et nous comprenons que ces caisses, aussi anciennes que les nôtres, aient pu traverser des crises, sans recourir aux mesures vexatoires.

Si nos caisses n'ont pas de réserves, l'Etat y substitue sa garantie, mais au prix de quels expédients ! Nous les avons exposés plus haut. Nous n'aurions garde cependant de blâmer l'Etat; il doit avant tout songer à sa sécurité; ce que nous déplorons, c'est le système actuellement en vigueur qui tend par la force des choses vers les réformes restrictives que nous allons signaler.

L'Etat, effrayé des sommes considérables qu'il aurait à rembourser en cas de crise, a fixé le maximum des dépôts à 3 000 francs, par la loi de 1835, et à 2 000 francs, par celle de 1851. Certains esprits voudraient aller plus loin, et réduire ce maximum à 1 500 ou même à 1 000 francs. Le remède serait illusoire. L'article 5 *in fine* de la loi du 5 juin 1835 dit : « Si pour verser au delà de 3 000 francs (2), le même individu déposait dans plusieurs caisses d'épargne, sans avertissement préalable à chacune de ces caisses, il perdrait l'intérêt de ses versements ». Le législateur, en prévoyant qu'un déposant saurait tourner la difficulté en recourant à plusieurs caisses, reconnait implicitement que la mesure est vexatoire. Atteint-il au moins son but ? Nullement, la loi n'interdisant pas au déposant d'éluder la clause des 2 000 francs, en plaçant successivement cette somme, sur la tête de chacun des membres de sa famille. Qu'on abaisse le taux à 1 500 ou même à 1 000 francs, le résultat sera toujours le même. La réforme préconisée est vexatoire pour le déposant, tout en ne donnant pas à l'Etat la sécurité qu'il recherche; le mieux n'est-il donc pas d'y renoncer ? Certains partisans du *statu quo*, en présence du danger qui menace l'Etat, voudraient enrayer l'afflux des dépôts dans les caisses; ils proposent à cet effet, d'abaisser l'intérêt servi aux déposants à 3,25 ou 2,75, voire même 2,50 %, mais ces différents projets, qui tendent, selon nous, à décourager l'épargne, nous semblent contraires au principe même de l'institution.

La doctrine française fait donc fausse route en ce qui concerne la sécurité des placements : son système d'emploi exclusif en rentes françaises l'amène à des restrictions, dont le résultat le plus clair est la stérilisation des petites épargnes. Celles-ci, conservées jusqu'à concurrence d'une somme suffisamment élevée pour être placée directement dans des affaires industrielles ou dans de grandes entreprises, restent improductives pendant un temps relativement long, alors que, réunies par les soins d'établissements spéciaux, elles pourraient concourir immédiatement à la production sociale.

En résumé, les statistiques prouvent que les caisses d'épargne ne rendent pas actuellement en France tous les services qu'elles devraient. A l'étranger, les caisses italiennes en particulier, ont, par 100 habitants, des dépôts de fonds plus considérables que les nôtres; ces caisses ont une durée égale, sinon supérieure, à celle de nos établissements, et si elles ont su traverser vaillamment les mêmes crises, n'est-ce pas grâce au régime du libre emploi ? Eclatante réfutation de cette idée, que hors des rentes françaises, point de garanties suffisantes pour les fonds de nos caisses d'épargne !

Nous avons dit que *les fonds placés doivent être facilement réalisables*. Avec le régime Etatiste, cette clause est impossible. La Caisse des Dépôts convertissant tous ses fonds d'épargne en rentes sur l'Etat, se voit, en cas de crise, dans la nécessité de vendre en masse son 3 %; il en résulte, comme nous l'avons déjà vu, une dépréciation forcée des cours, et par suite une perte considérable pour le Trésor. Si, comme à la Caisse de Milan, le tiers seulement des capitaux était placé en rente nationale, la réalisation de cette valeur en serait, par cela même, plus facile; une moindre quantité de titres étant jetée sur le marché, la baisse de ce fonds d'Etat serait forcément moins accentuée. La perte du Trésor se trouverait de cette façon singulièrement diminuée; elle ne porterait que sur un tiers de ses capitaux, et ce tiers lui-même se liquiderait à un taux moins désavantageux. Pourquoi, dès lors, ne pas permettre à nos caisses de placer une partie de leurs fonds en valeurs plus mobilisables, bien que tout aussi sûres ? Ne pourrait-on même, comme aux caisses italiennes, leur laisser faire quelques rares prêts hypothécaires ? Nous reconnaissons que sur ce point les réformistes ne sont pas d'accord. M. P. Leroy-Beaulieu, notamment, ne désirerait pas voir la liberté poussée jusque-là. Suivant lui, les caisses d'épargne dépendant en partie des autorités municipales ou préfectorales, pourraient devenir victimes d'abus d'influence et faire des prêts exagérés à des politiciens locaux; mais, comme le fait remarquer M. Rostand, la réforme des caisses d'épargne serait précisément l'occasion d'affranchir les caisses de cette dépendance locale.

(1) ROSTAND, *La Réforme des Caisses d'épargne.*

(2) GOULLIN, *Brochure présentée à l'Assemblée générale de la Caisse d'épargne de Nantes.*

(3) Ces calculs sont basés sur l'état dressé en 1889; or, depuis cette époque, les fonds ont considérablement augmenté, tandis que les sorties ont été insignifiantes; les sommes exigibles seraient donc à majorer.

(1) ROSTAND, *La Réforme des Caisses d'épargne.*

(2) 2 000 d'après la loi plus récente de 1851.

Digitized by Google

Au surplus, les prêts hypothécaires ne peuvent être tolérés en France, tant que la loi concernant les hypothèques ne sera pas changée. Les emprunteurs devenant insolvables, les caisses seraient obligées d'obtenir un jugement sur les propriétés hypothéquées, avant de pratiquer la saisie et d'ordonner la vente judiciaire. Or, dans cette procédure, elles risqueraient fort de perdre une grosse partie des sommes avancées, les formalités entraînant des frais si considérables, qu'il est souvent plus avantageux de renoncer à la poursuite et d'abandonner la créance, sans compter les hypothèques légales, qui lpourraient surgir en cours des poursuites, et rejeter l'inscription de ca caisse au troisième ou au quatrième rang. Même dans le cas où sa législation hypothécaire viendrait à être modifiée, les caisses dans ces sortes de placements ne devraient agir qu'avec la plus grande réserve, s'efforcer de ne prêter jamais que sur première hypothèque, et s'assurer à l'avance de la solvabilité de leurs débiteurs. La Caisse générale d'épargne belge, dont chacun s'accorde à reconnaître la bonne gestion n'avait en 1888 que 1,3 °/₀ de ses fonds placés en hypothèques (1), et M. Rostand, qui traite à fond cette question dans son ouvrage intitulé : *Une visite à quelques institutions de prévoyance en Italie*, nous montre qu'à Milan, les prêts hypothécaires, faits avec le plus grand soin, n'équivalent pas au cinquième de l'ensemble, bien qu'une forte partie s'en éteigne d'elle-même par le mécanisme de l'amortissement. 70 196 836 lires sont placées en prêts hypothécaires à mode normal et 22 926819 lires en prêts hypothécaires à amortissement graduel. En 1889, le total des soldes dûs est de 433 millions ; sur ce chiffre, 180 833 546 lires sont employées en rentes ou en obligations garanties par l'Etat, 58 000 000 en bons du Trésor, ce qui fait au total 238 833 546 lires, ou la moitié des fonds placés en différentes valeurs italiennes. La Caisse de Milan, nous l'avons déjà dit, jouit du régime de libre emploi ; elle peut transformer ses placements et faire des arbitrages lorsqu'elle en prévoit d'avantageux ; la moitié environ de ses capitaux est placée en dehors des fonds publics, et sur ce chiffre les prêts hypothécaires constituent un peu plus du tiers, soit un cinquième du tout ; sa réserve est de 49 millions, soit 10,8 °/₀ des fonds déposés, tandis que celle de la Caisse de Paris, qui possède la plus grosse réserve, en France, atteint à peine 4 millions, soit 2,6 °/₀ des fonds déposés. La situation prospère de la Caisse italienne démontre donc victorieusement l'excellence de son système.

En Prusse, les caisses abusent du régime de libre emploi pour faire des prêts hypothécaires dans une proportion exagérée. Le Gouvernement s'est ému de l'abandon de sa rente d'Etat, et le Ministre des Finances blâme cette situation par la circulaire suivante : « Le cours des consolidés 3 °/₀ baisse sans interruption depuis quelques mois, et il est non seulement, relativement au cours des autres fonds prussiens, d'un revenu nominal supérieur, mais encore au-dessus des valeurs indigènes 3 °/₀. Comparé à d'autres fonds étrangers, qui n'offrent pas la même sécurité, le 3 °/₀ prussien est coté très bas. Il paraît urgent, dans l'intérêt même de l'Etat, de réagir contre la réserve surprenante des capitalistes ; certaines institutions, comme les caisses d'épargne publiques, placées sous la surveillance de l'Etat, méritent l'attention. Les municipalités sont donc priées de vouloir bien conseiller, et d'insister sur le conseil, de placer une plus grande partie des fonds des caisses d'épargne dans les titres susdits de la Dette publique. » (2)

L'Etat désire évidemment réagir contre la baisse de ses fonds ; en recommandant l'achat de la rente, il espère la faire remonter. Le motif intéressé de la circulaire prussienne apparaît trop clairement, pour qu'elle puisse servir de prétexte à combattre le régime du libre emploi, préconisé par les esprits les plus sages et les plus prévoyants. Il nous est permis toutefois de profiter de l'exemple de nos voisins, pour constater combien il est dangereux d'exagérer la proportion des prêts hypothécaires, ces placements étant peu mobilisables, et pouvant entraîner par cela même des troubles financiers. Les caisses d'épargne prussiennes ont, en effet, plus de la moitié de leurs fonds engagés de la sorte ; 52,45 °/₀ de leurs dépôts sont placés en hypothèques ; 33,21 °/₀ en valeurs mobilières ; 1,48 °/₀ en lettres de change ; 1,67 °/₀ en avance sur nantissements, etc. « En 1866, ces caisses n'ont échappé à une crise aiguë que parce que la guerre a été si courte et, si de juillet à décembre 1870, on n'a eu à emprunter que 485 millions de marks, les chiffres seraient bien différents aujourd'hui et l'on procéderait avec un milliard (3).

Cependant, les restrictions que le gouvernement prussien semble vouloir apporter au régime du libre emploi, nous paraissent dans le cas présent d'autant plus dangereuses, que la marche des affaires à Berlin est loin d'être satisfaisante. En 1875, la situation de cette place était déjà mauvaise. La plupart des fabriques avaient fermé leurs ateliers ; de nombreux ouvriers sans travail furent livrés par la misère aux pires suggestions du socialisme, qui prit en peu de temps une extension considérable. Le malaise se répandit bientôt dans toutes les classes de la société, et le prince de Bismarck intervint, dit-on, pour soutenir les banques près de s'écrouler, à l'aide de crédits momentanés, prélevés sur les indemnités de la guerre de 1870, liant, par ce procédé, l'Etat prussien aux désastres futurs de ces établissements, qui n'ont jamais remboursé que le quart des sommes prêtées.

A la suite de la campagne dirigée tout dernièrement, mais en vain, contre la Bourse de Paris, trois maisons considérables viennent de s'effondrer et l'on semble craindre de nouveaux désastres. Le trouble financier qui en est résulté, a forcément amené une dépréciation de toutes les valeurs en Allemagne ; le désarroi de la Bourse de Berlin a eu son contre-coup sur les autres marchés de l'Europe. L'équilibre cependant n'a pas tardé à se rétablir, mais les rentes prussiennes n'étant guère cotées qu'en Allemagne, ne pourront suivre la même progression, et les caisses d'épargne transrhénanes agiront prudemment, en résistant à la pression ministérielle, et en persévérant dans le système du libre emploi des fonds, seul capable de compenser, pour elles, la perte subie par leurs placements en rentes prussiennes. Elles devraient, toutefois, apporter plus de réserve dans le nombre et la qualité de leurs prêts hypothécaires.

Nous avons montré avec quelle prudence la caisse de Milan pratique ces sortes de prêts, dont des statuts aussi sages que prévoyants fixent soigneusement le fonctionnement. Grâce à son intelligente et prudente administration, la prospérité de cette caisse croît d'une façon aussi constante que régulière ; de gros capitaux lui sont fournis sans cesse par des déposants qu'aucun maximum de dépôts n'entrave ; elle peut, grâce à sa richesse, conserver de grosses réserves pour faire face aux éventualités ; en temps de crise, elle n'est pas obligée de vendre en masse ses rentes sur l'Etat, valeur très dépréciée en pareil cas ; enfin certains de ses placements lui assurent la rentrée périodique d'une partie de ses capitaux, ce qui n'est pas sans présenter de sérieux avantages. D'un côté, la disponibilité à vue de ses valeurs est mieux résolue, en raison de leur réalisation plus facile ; de l'autre, les déposants moins effarés, et n'ayant à craindre aucune clause de sauvegarde, n'envahissent pas la caisse, au moment des crises, pour retirer leurs fonds.

Le régime Étatiste n'assure qu'une *disponibilité* douteuse ; nous venons de le constater. Il ne résout pas davantage le problème de la *productivité*.

Une caisse d'épargne doit, autant que possible, mais sans préjudice pour elle-même, servir toujours le même intérêt à ses déposants. Avec le système des placements variés, les intérêts de moindre importance sont compensés par d'autres plus avantageux, en sorte que la moyenne correspond à un taux satisfaisant. En France, où tout est placé en rentes sur l'Etat, il ne saurait en être ainsi, et il est à craindre que dans un avenir plus ou moins éloigné, l'intérêt servi aux déposants ne baisse dans une proportion désespérante. Des débats tout récents à la Chambre des Députés, nous ont appris qu'en 1888, la rente s'achetait encore à des prix rémunérateurs, pour permettre à la Caisse des Dépôts de servir avantageusement aux caisses d'épargne 4 °/₀ sur les fonds qu'elles lui confiaient. A l'heure actuelle, la rente a dépassé 95 francs, et les dépôts croissants des caisses nécessitant quand même de nouveaux achats, la moyenne du revenu est tombée à 3,15 °/₀. Il est dès lors onéreux au Trésor, de servir encore 3,50 ou même 3,25 °/₀, et c'est le taux de 2 1/2 ou même de 2 qu'on se verra forcé d'appliquer, comme l'a démontré M. Germain à la Chambre des Députés. A Milan, quelle différence ! La caisse retire 5,52 °/₀ des prêts hypothécaires ordinaires ; 4,74 °/₀ des prêts hypothécaires amortissables ; des autres placements, entre 4,62 °/₀ et 4,91 °/₀. Au total elle touche 23 465 216 lires et sert 4 °/₀ aux livrets nominatifs, 3,25 °/₀ aux livrets au porteur (1).

Il convient de remarquer qu'en Italie, la rente 5 °/₀ est à 90 ; qu'après impôt déduit elle rapporte encore 4,34, ce qui fait 4,822 par 100 francs, tandis qu'en France, la rente ne donne par 100 francs qu'un revenu de 3,157. Nous trouvons donc une différence de 1,665 entre les rentes des deux pays, mais cette différence même ne nuit pas à la valeur de notre raisonnement, car, selon nous, moins la rente d'Etat rapporte, plus il faut diversifier les placements pour en compenser la faiblesse.

En résumé, le régime Étatiste ne donne pas aux déposants la sécurité qu'ils seraient en droit d'exiger ; il ne leur procure pas davantage la disponibilité ; quant à la productivité, nous venons de constater qu'en France, elle court le risque d'aller en s'amoindrissant par la baisse générale de l'intérêt.

(A suivre.) Paul LINDER.

(1) LÉON SAY. *Rapport général sur le groupe de l'Économie sociale à l'Exposition universelle de 1889.*

(2) *Économiste Français* du 31 octobre 1891. — Correspondance : *Les Caisses d'épargne en Prusse.*

(3) *Economiste* du 31 octobre 1891.

(1) ROSTAND : *Une visite à quelques Institutions de prévoyance en Italie*, page 93.

(2) Voir le *Génie Civil*, tor XX, n° 15, p. 238 ; n° 16, p. 256 ; n° 17, p. 283 ; n° 18 p. 297, et n° 19, p. 312.

CHEMINS DE FER

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite (2)).

§ 2. Système de la subvention fixe du département. — *N° 19. Département du Nord. (Tramway.)* — La ligne de Cambrai à Catillon, d'une longueur de 34kil 582, a été déclarée d'utilité publique par le décret du 17 août 1880, très peu de temps après la loi du 11 juin 1880. Elle a été mise en exploitation totale le 2 mai 1886.

Le concessionnaire s'est engagé à construire la ligne et à l'exploiter pendant 90 ans moyennant une subvention fixe en capital du département et des communes et moyennant la subvention annuelle de l'Etat. Il n'y a aucune formule d'exploitation. Le capital de premier établissement a été arrêté en 1890 à 77 985 fr.89 par kilomètre.

Le département et les communes ont payé au concessionnaire 367 577 fr. 10 soit 10 629 francs par kilomètre.

Digitized by Google

Digitized by Google

USINE MODÈLE DE MM. Vve CH. LEROY & Cie

à Levallois (Seine)

M. Paul Sedille, Architecte.

Fig. 1. Pavillon d'Administration.

Façade sur le passage, à 0m005 p. 1m.

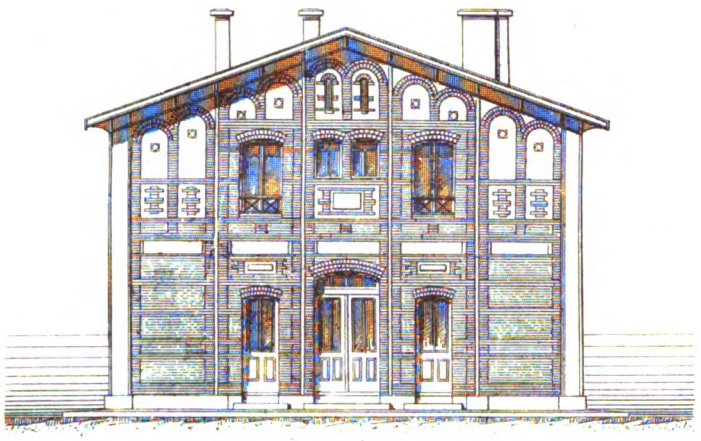


Fig. 2 Bâtiment des Machines

Coupe transversale, à 0m005 p. 1m.

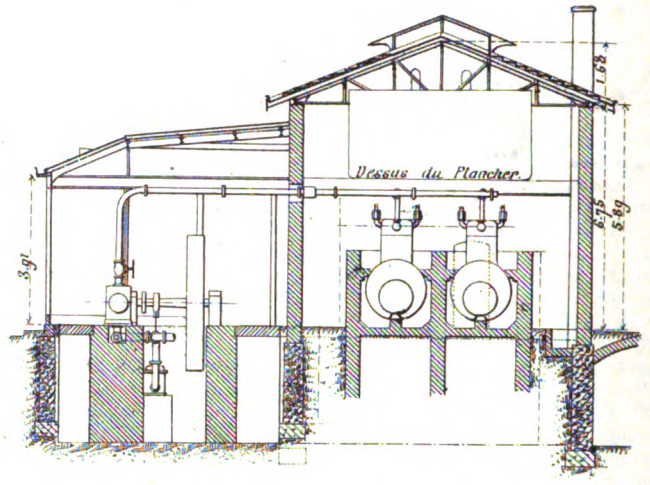
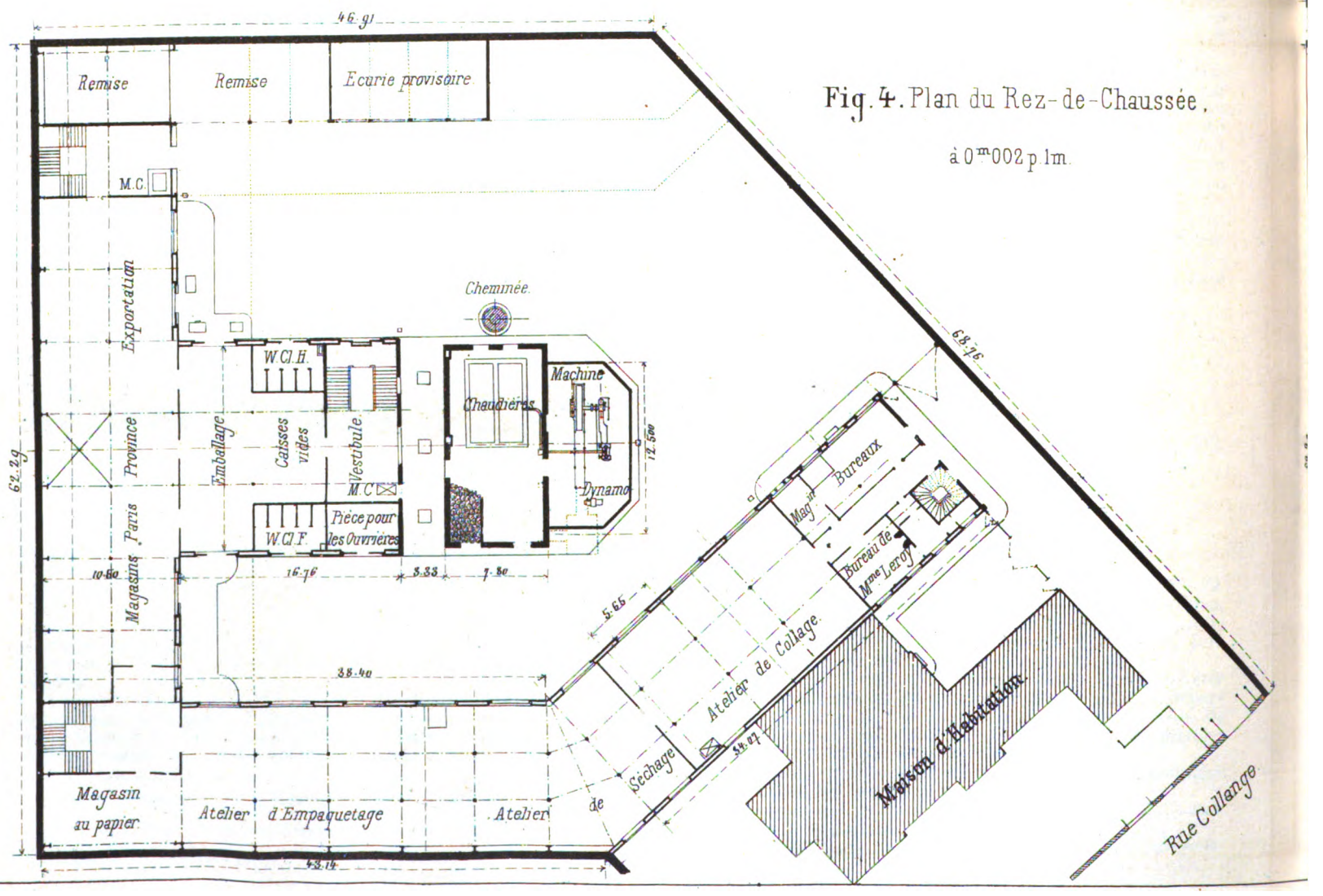


Fig. 4. Plan du Rez-de-Chaussée,

à 0m002 p. 1m.



Digitized by Google

Fig. 3. Plan du Sous-Sol.

à 0m002 p. 1m.

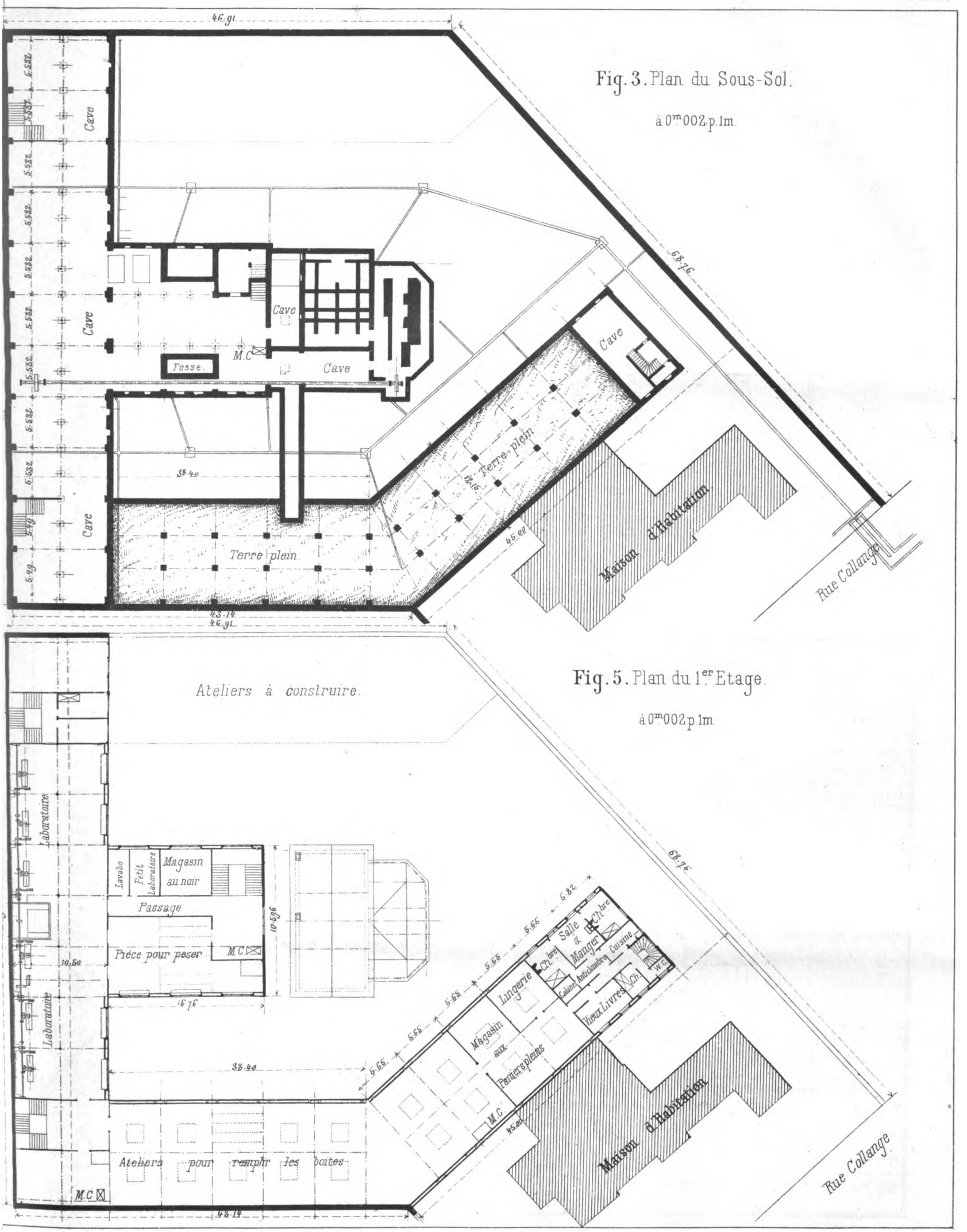


Fig. 5. Plan du 1er Etage.

à 0m002 p. 1m

Imp.e Auto. Aost & Gentil, 168, Faub. St-Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Le maximum de la subvention de l'Etat était fixé à 500 francs par kilomètre.

Voyons les résultats.

Les recettes et les dépenses par kilomètre ont été les suivantes:

	Recettes brutes.	Dépenses.	Produit net.
1887. . . . . Fr.	5.119 52	2.520 64	2.598 88
1888.	5.315 89	2.667 28	2.648 61
1889.	5.574 43	2.918 59	2.655 84
1890.	5.826 99	3.330 17	2.496 82

En ce qui concerne l'Etat, il n'a jamais payé son maximum de 500 francs par kilomètre. En effet, les subventions fixes du département et des communes s'élevant à 10 629 francs et ayant été réduites par le décret de 1882 à une annuité à 4 °/₀ du capital, soit à 425 fr. 16, cette dernière somme a été le maximum de l'Etat. Il n'a donc payé en 1887, 1888 et 1889 que 425 fr. 16 par kilomètre ou 14 703 fr. 08 en totalité, puisque le deuxième maximum G de la circulaire de 1887 était égal à 425 fr. 16. Pour 1890 il ne va pas en être de même; l'on rencontre pour une recette supérieure à 5 649 fr. 68 le quatrième maximum de la circulaire de 1887

$$m + 500 - R - G = 6\,074 \text{ fr. } 84 - R,$$

qui devient égal avec la recette de 1890 (5 826 fr. 99) à 247 fr. 85 seulement. Par suite, la subvention de l'Etat va diminuer sensiblement de 425 fr. 16 à 247 fr. 85, et elle deviendra nulle pour une recette de 6 074 fr. 84.

Cette particularité va soulever une question fort intéressante et nous ne pensons pas qu'elle ait été encore résolue, pour cette bonne raison qu'elle n'a pas encore été posée. Nous avons suivi pour faire les calculs qui précèdent les prescriptions de la circulaire de 1887, mais plusieurs Ingénieurs estiment que cette circulaire n'a pas bien interprété les termes de la loi. En effet, l'art. 36 § 3 porte qu'en aucun cas la subvention de l'Etat ne pourra élever la recette brute au-dessus de 6 500 francs, ce qui donne comme maximum 6 500 francs — R; la circulaire a ajouté, « et seulement dans la mesure nécessaire pour parfaire ce chiffre avec la subvention du département ». Par suite le maximum est réduit à 6 500 francs — R — G. Il est clair que cela peut donner matière à contestation, car dans l'espèce qui nous occupe, la subvention du département est donnée en capital et la loi n'a rien dit à ce sujet. Il faut un peu torturer le texte pour lui faire dire qu'il y a lieu de transformer le capital en annuité et ajouter cette annuité à la recette. La commission locale instituée par le décret du 20 mars 1882 a pensé qu'il serait plus juste de faire le calcul suivant: Le capital à garantir est égal à la différence entre le prix de premier établissement et la subvention du département, soit par kilomètre à 77 985,89 — 10 629 = 67 356,89.

Par suite on a

$$I = 0{,}05 \times 67\,356{,}89 + F - R = 3\,367{,}84 + F - R.$$

En 1890 $F = 3\,330{,}17$ $R = 5\,826{,}99$

d'où $I = 871{,}02$

$$1/2\ I = 435 \text{ francs.}$$

Cette somme étant inférieure à celle qui serait nécessaire pour élever la recette à 6 500 francs, mais supérieure à la subvention du département évaluée à 425 fr. 16, c'est cette subvention kilométrique que l'Etat devrait encore payer en 1890. La question est posée actuellement devant la commission supérieure. Nous ne partageons pas, d'ailleurs, les idées de la commission locale du Nord; car si elles étaient adoptées d'une manière générale, les départements pourraient y perdre, lorsque la subvention départementale en capital est importante par rapport au capital total de premier établissement.

Quoi qu'il en soit, l'Etat avec cette convention n'a jamais payé le maximum de la subvention qu'il avait promise, et il est sur le point de voir ses charges diminuer avec l'augmentation des recettes.

Elles s'annuleront pour une recette de 6 075 francs.

En ce qui concerne le département et les communes ils n'ont fourni qu'une subvention en capital de 10 629 francs par kilomètre, et en supposant qu'ils aient emprunté ce capital à 4,20 °/₀ avec amortissement en 99 ans (ce que nous faisons toujours pour avoir une comparaison avec les autres lignes). leurs sacrifices peuvent être assimilés à une annuité de

$$10\,629 \text{ fr.} \times 0{,}0427 = 454 \text{ francs.}$$

Aucun partage de bénéfice n'ayant été prévu, le département ne verra ses charges diminuer que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, c'est-à-dire à partir du moment où l'on aura

$$R = 0{,}06 \times 77.985{,}89 + F$$

ou $$R - F = 4679.$$

Comme aucune formule d'exploitation n'a été indiquée, il est difficile de prévoir ce moment. Cependant le coefficient d'exploitation étant actuellement de 0,57 seulement, pour une recette de 5 800 francs, il est permis de prévoir qu'il pourra descendre à 0,50 lorsque les recettes augmenteront sensiblement et que l'application de l'article 11 aura lieu pour une recette de 9 358 francs.

En ce qui concerne le concessionnaire, il avoue qu'il réalise déjà en 1889 et 1890 un bénéfice net de 2 500 francs par kilomètre en moyenne, et avec la subvention de l'Etat il doit approcher d'un bénéfice de 3 000 fr. par kilomètre. Il peut donc servir à son capital de premier établissement un intérêt d'environ 3,8 °/₀.

De plus et bien que la subvention de l'Etat diminue lorsque les recettes dépassent 5 649 fr. 68, il a tout intérêt à développer le trafic.

En résumé, l'Etat n'aura à payer pour 1890 que par kilomètre et le département et les communes ne se sont imposés que de sacrifices équivalents à une annuité de . . . . . Fr. 248
454

TOTAL 702

L'Etat ne paiera bientôt plus aucune subvention, puisque les recettes vont chaque année en augmentant, et le concessionnaire a tout avantage à augmenter le trafic.

N° 20. Département du Rhône (Ligne de Lyon Saint-Just à Vaugueray et à Mornant). — Cette ligne, d'une longueur de 32 kilomètres en nombre rond, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 21 août 1882, et elle a été mise complètement en exploitation le 11 juillet 1887.

D'après la loi et la convention annexée, la ligne a été construite par le concessionnaire et sera exploitée par lui pendant 99 ans à ses risques et périls. Il devait recevoir la subvention de l'Etat, dont le maximum a été fixé à 70 000 francs. Nous verrons plus loin que cette subvention n'a jamais été versée. Enfin, le département a fourni en capital au concessionnaire une somme de deux millions et la commune de Mornant uue somme de 20 000 fr., soit 2 020 000 fr. en totalité et 63 125 fr. par kilomètre. Le capital de premier établissement, primitivement fixé à six millions, a été réduit à cinq millions par la loi du 29 avril 1886, soit à 156 250 francs par kilomètre.

Aucune formule n'a été stipulée.

Voyons les résultats.

Les recettes et les dépenses d'exploitation kilométriques ont été les suivantes :

	Recettes.	Dépenses.
1888 . . . . . Fr.	6.673	4.547
1889.	6.538	5.168
1890.	6.667	5.227

En ce qui concerne l'Etat, il n'a jamais payé de subvention, parce que la recette brute kilométrique, augmentée de la subvention départementale évaluée à (63 125 × 0,04 =) 2 525 francs, a donné de suite un total supérieur à 8 500 (4e maximum de la circulaire de 1887).

En ce qui concerne le département et les communes, ils ont dépensé 63 125 francs par kilomètre.

Pour avoir une comparaison avec les autres lignes, nous supposerons toujours que le département a emprunté cette somme à 4,20 °/₀ avec amortissement en 99 ans, et par suite son annuité kilométrique peut être évaluée à

$$63\,125 \times 0{,}0427 = 2\,695 \text{ fr.}$$

Aucun partage des bénéfices n'ayant été prévu, le département ne rentrera dans ses avances que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880; mais comme le bénéfice net n'est encore que de 1 440 fr. par kilomètre, l'on est encore loin du moment où il y aura lieu d'appliquer ledit article.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a dépensé (156 250 — 63 125) = 93 125 fr. par kilomètre, et il ne réalise encore qu'un bénéfice net de 1 440 francs.

L'opération n'a donc pas été fructueuse pour lui, même s'il a réalisé un bénéfice sur son forfait de construction; il a grand intérêt à développer le trafic.

N° 21. Département de la Dordogne (tramway). — Les lignes de Périgueux à la Juvenie et de Périgueux à Saint-Pardoux ont été déclarées d'utilité publique par le décret du 21 décembre 1886, et ont été mises en exploitation par parties de 1887 à 1889. La longueur prévue a été fixée à forfait à 119^{km} 225; elle est en réalité de 121^{km} 209.

D'après le décret et le traité de rétrocession, le département a confié la construction des lignes à un concessionnaire, moyennant une subvention fixe de 45 000 francs par kilomètre, applicable à la longueur forfaitaire, et le concessionnaire doit les exploiter, pendant une durée de 99 ans, à ses risques et périls, aux conditions suivantes :

Tant que la recette brute kilométrique restera inférieure à 2 820 francs, le concessionnaire la conservera tout entière;

Quand la recette sera comprise entre 2 820 et 4 300 francs, le concessionnaire gardera $2\,820 + \frac{R - 2820}{2} = 1\,410 + \frac{R}{2}$, et le département touchera le reste, ou $\frac{R}{2} - 1\,410$.

Quand la recette sera supérieure à 4 300 francs, le concessionnaire gardera $2\,820 + 0{,}4\,(R - 2\,820) = 1\,692 + 0{,}4R$, et le département touchera le reste, ou $0{,}6R - 1\,692$.

(Disons tout de suite, en passant, que ces deux formules ne se raccordent pas, car pour 4 300 francs, le département touchera, d'après la première, 740 francs, et, d'après la seconde, 888 francs.)

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 2 °/₀ de la subvention du département, soit à 900 francs. Le capital de premier établissement a été fixé, par le décret, à 60 000 francs par kilomètre.

La formule indiquée dans le décret est la suivante : $F = 2\,000 + \frac{R}{3}$, mais on n'aura à se servir de ces deux données que lorsqu'il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880.

Voyons les résultats :

En 1890, les recettes kilométriques ont été de 1 984 francs, et on ne peut les comparer avec les recettes des années précédentes, parce que la totalité des lignes n'était pas exploitée.

En ce qui concerne l'Etat, il paiera sa subvention kilométrique de 900 francs tant que la recette sera inférieure à 2 820 francs.

Digitized by Google

Pour des recettes supérieures, la subvention de l'Etat diminuera de la moitié de ce que recevra le département et sera égale à

$$900 - {}^1/_2 \left(\frac{R}{2} - 1\,410\right) = 1\,605 - \frac{R}{4};$$

pour 4 300 francs de recette, elle sera réduite à 530 francs.

Au-dessus de 4 300 francs, la subvention de l'Etat sera égale à $900 - {}^1/_2 (0{,}6\,R - 1\,692) = 1\,746 - 0{,}3\,R$.

Elle passera donc brusquement, en vertu de l'anomalie que nous avons signalée plus haut, à 456 francs pour une recette de 4 300 francs, et elle deviendra nulle pour une recette de 5 820 francs.

En ce qui concerne le département, il a payé 45 000 francs par kilomètre, au moyen d'une certaine combinaison financière, dont nous n'avons pas à nous occuper. Nous admettrons, pour avoir une comparaison avec les autres lignes, qu'il a emprunté la somme nécessaire à 4,20 °/₀, avec amortissement en 99 ans.

Sa charge kilométrique annuelle peut donc être évaluée à

$$45\,000 \times 0{,}0427 = 1\,922 \text{ francs},$$

et comme il reçoit 900 francs de l'Etat, il ne reste plus à sa charge que 1 022 francs. Le département verra, comme l'Etat, sa charge diminuer, quand la recette dépassera 2 820 francs. Il recevra alors du concessionnaire

$$\frac{R}{2} - 1\,410;$$

mais comme la subvention de l'Etat diminuera de la moitié de cette somme, il ne touchera que l'autre moitié.

Quand la recette brute dépassera 4 300 francs, il recevra du concessionnaire une somme évaluée par la formule $0{,}6\,R - 1\,692$. Mais jusqu'à 5 820 francs de recettes, il ne bénéficiera réellement que de la moitié de cette somme, en raison de la diminution correspondante de la subvention de l'Etat. A ce point, la subvention de l'Etat étant nulle, le département touchera réellement $0{,}6 \times 5\,820 - 1\,692 = 1\,800$.

Sa charge kilométrique ne sera donc plus que de $1\,922 - 1\,800 = 122$ francs. Puis elle diminuera et deviendra nulle quand on aura

$$0{,}6\,R - 1\,692 = 1\,922 \text{ francs},$$

d'où $$R = 6\,023 \text{ francs } (1).$$

Enfin, il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 17 juin 1880, lorsqu'on aura

$$R = 0{,}06 \times 6\,000 + 2\,000 + \frac{R}{3},$$

ou $$R = 8\,400$$

En ce qui concerne le concessionnaire, il n'a dépensé qu'une faible somme en capital, 15 000 francs par kilomètre et peut-être moins ; tant que la recette kilométrique ne dépasse pas 2 820 francs, il la conserve tout entière ; il a donc grand intérêt à l'augmenter. Quand elle dépassera 2 820 francs, il conservera

$$1\,410 + \frac{R}{2}.$$

Admettons que pour une pareille recette son coefficient réel d'exploitation soit égal à 0,90, ce qui ne doit pas être loin de la vérité, puisque pour une recette de 1 984 francs, le coefficient actuel n'est égal qu'à 1,04 ; si la recette augmente de 50 °/₀ ou de 1 410 francs, il touchera en plus la moitié de cette somme et son coefficient d'exploitation nouveau ne devra pas être supérieur à

$$\frac{0{,}9 \times 2\,820 + 705}{2\,820 + 1\,410} = \frac{3\,243}{4\,230} = 0{,}77.$$

Il est possible, suivant nous, que, pour de pareilles recettes, le coefficient d'exploitation puisse baisser dans ces conditions, de 0,90 à 0,77. Par suite, le rétrocessionnaire aura intérêt à développer le trafic.

Cependant, au moment où il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, pour une recette de 8 400 francs, il se produira une anomalie singulière.

Comme, d'après le dernier paragraphe de l'article 4 de la convention, le concessionnaire ne doit jamais payer plus de 2 050 francs au département, le concessionnaire touchera, pour une recette de 8 399 francs, $8\,399 - 2\,050 = 6\,349$ francs. Pour une recette de 8 401 francs, on appliquera l'article 15 et la formule $F = 2000 + \frac{R}{3}$.

Alors, le concessionnaire ne touchera plus que 4 800 francs.

Il aura donc grand intérêt à ce que les recettes ne dépassent pas 8 400 francs. Comme les recettes actuelles sont à peine de 2 000 francs, nous n'en sommes pas encore là.

En résumé, tant que la recette sera inférieure à 2 820 francs,

l'État paiera par kilomètre	Fr.	900 »
et le département		1.022 »
TOTAL	Fr.	1.922 »

Quand les recettes dépasseront 2 820 francs, les charges de l'Etat et du département diminueront. Enfin, le rétrocessionnaire aura toujours intérêt à développer le trafic, tant que les recettes n'atteindront pas 8 400 francs.

On peut donc dire que cette convention n'est pas très onéreuse pour le département, et que le concessionnaire, ayant grand avantage à développer le trafic, fera tous ses efforts pour arriver à ce résultat et pour servir en même temps les intérêts du public.

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

(1) Les charges réelles du département résultant de son opération financière sont de 2 050 francs par kilomètre et, par suite, si l'on se basait sur cette dernière somme, on arriverait à des résultats différents de ceux que nous venons de donner. La subvention de l'Etat diminuerait plus tard, etc. Le département espère que l'on tiendra compte de ses dépenses réelles, en vertu de l'article 3 du décret déclaratif d'utilité publique, qui paraît être en contradiction avec l'article 12 du décret du 20 mars 1882. C'est une question qu'il y aura lieu de discuter.

MÉTALLURGIE

FABRICATION DE LA FONTE AUX ÉTATS-UNIS (1)

Les principaux progrès de la fabrication de la fonte aux États-Unis, qui ont été réalisés de 1880 à 1890, sont dus, — ainsi que le fait ressortir M. de Billy dans une note dont nous donnons ici l'analyse, — à l'initiative de l'usine d'Edgar Thomson, dont M. Gayley est le directeur (Pensylvanie), et à celle des usines de Chicago. Les usines de Pensylvanie se sont efforcées de réduire la main-d'œuvre ; elles ont été, par suite, amenées à employer des hauts fourneaux de grande capacité, tandis que celles de Chicago, plus éloignées des gîtes de combustible, ont porté toute leur attention sur l'économie de consommation du coke, et ont préconisé l'emploi de hauts fourneaux de petite capacité. Mais ces deux centres marchent tous deux en allure rapide.

Après avoir passé en revue les hauts fourneaux de l'usine d'Edg. Thomson, construits depuis 1880, M. de Billy décrit les deux derniers, H et I, qui datent de 1890. Ils sont sur le modèle des fourneaux F et G, construits en 1889 et dont les dimensions sont les suivantes :

Hauteur	24m 00
Diamètre du creuset	3m 30
— du ventre	6m 90
— du gueulard	4m 80
Capacité	534m³ 00
Nombre de tuyères	7
Diamètre —	0m 15

Mais ils sont plus hauts de 3 mètres. Le vent soufflé par une machine indépendante, à débit constant, pour chaque haut fourneau, est maintenu à une température de 600 à 625° C. Le débit par minute est de 730 mètres cubes. A cette allure, avec un minerai rendant 62 °/₀ au fourneau, la production s'est élevée à 350 tonnes par vingt-quatre heures, tandis que la consommation de coke se maintenait à 840 kilogr. M. Gayley espère pouvoir produire, en trois ans, 300 000 tonnes de fonte, avec la même chemise réfractaire.

La paroi extérieure du creuset, qui présente une inclinaison considérable, est revêtue de plaques de fonte à circulation d'eau ; les étalages sont simplement maintenus par des frettes. Mais à l'intérieur de la maçonnerie réfractaire sont quatre rangées de huit boîtes en bronze, à circulation d'eau. Entre les embrasures des tuyères, des boîtes en fonte à circulation d'eau, encastrées dans la maçonnerie, complètent le refroidissement de l'ouvrage.

M. de Billy passe ensuite à l'analyse de la pratique américaine. Les derniers hauts fourneaux d'Edg. Thomson ont une production double ou triple des meilleurs hauts fourneaux de Cumberland. Des bilans calorifiques établis pour le fourneau F d'Edg. Thomson, pour un haut fourneau de Middlesborough et pour un haut fourneau de Meurthe-et-Moselle, résultent les remarques suivantes :

1° Les hauts fourneaux américains, passant des minerais très riches, produisent peu de laitier, ce qui constitue pour eux une économie de 300 calories par kilogramme de fonte sur les fourneaux européens.

2° La fonte obtenue à Edg. Thomson est plus pure qu'en Europe. L'économie réalisée sur la quantité de chaleur employée à réduire les métalloïdes, est de plus de 100 calories sur la fonte Cleveland et de plus de 200 calories sur la fonte de Meurthe-et-Moselle. Pour éviter les irrégularités dans la composition qui, avec de faibles teneurs en métalloïdes, peuvent avoir des conséquences très importantes, on emploie le mélangeur de fonte.

3° Les pertes par rayonnement et conductibilité s'élèvent, pour les deux fourneaux européens, à environ 1 000 calories par kilogramme de fonte ; elles ne sont que de 288 calories pour le fourneau américain. Cet avantage est dû à la rapidité de l'allure ; car, tandis que, dans des temps égaux, l'excès de la chaleur produite dans le creuset sur la chaleur consommée est environ deux fois et demie plus grand dans le fourneau américain, la quantité de chaleur perdue par rayonnement et conductibilité est loin d'y être double ; or, dans des temps égaux, ce fourneau produit quatre fois plus de fonte que les fourneaux européens.

4° Les pertes par les gaz du gueulard sont diminuées, grâce à l'allure rapide, dans les hauts fourneaux américains, car à un poids égal de gaz du gueulard correspond dans ceux-ci un poids de charge plus considérable, parce que les minerais sont plus riches.

5° Par contre, le rendement calorifique du carbone employé à produire la chaleur est meilleur dans les fourneaux européens.

Toutefois, dans le cas du fourneau américain, les avantages l'emportent sur les inconvénients, et même M. de Billy pense qu'avec des minerais moins riches, mais où le refroidissement du gueulard est

(1) Analyse d'une Note de M. DE BILLY, Ingénieur des Mines, parue dans la livraison de janvier 1892 des *Annales des Mines*.

Digitized by Google

assuré par la forte proportion d'eau à volatiliser, il y aurait avantage à forcer l'allure, ce qui aurait aussi pour résultat un brassage plus complet entre les gaz et les charges, et éviterait de la sorte la formation de cheminées dans la masse.

Ce but ne peut être atteint qu'en augmentant la pression.

M. de Billy conclut, après avoir fait remarquer que c'est en France, à l'usine de Terrenoire, que l'allure rapide a été pour la première fois appliquée, que l'économie réalisée par les hauts fourneaux américains — la nature des minerais étant mise hors de cause — tient à l'allure plus rapide et à la moindre teneur des fontes en silicium.

L'allure rapide s'obtient en rendant les hauts fourneaux indépendants au point de vue du vent, et en réglant leur marche au nombre de tours des machines soufflantes, ce qui permet d'avoir de fortes pressions quand c'est nécessaire (accrochages, obstructions) et d'avoir un débit de vent constant.

Max Duchanoy,
Ingénieur civil des Mines.

ÉTUDE SUR LE ROULEMENT DES HAUTS FOURNEAUX AMÉRICAINS

La fabrication de la fonte aux Etats-Unis a fait depuis quelques années de grands progrès : les fourneaux y ont maintenant des productions doubles ou triples de celles qu'on obtient en Europe, et la consommation de coke y est moindre. Ces résultats, exposés par M. Gayley au congrès de Pittsburg, ont provoqué l'étonnement des métallurgistes; ils ont fait l'objet de beaucoup de discussions et de communications. Dernièrement, M. de Billy a donné dans les *Annales des Mines*, une étude approfondie du roulement de ces fourneaux. Il a dressé, suivant la méthode de Gruner, leur bilan calorifique, et l'a comparé avec ceux d'un fourneau anglais et d'un fourneau de Meurthe-et-Moselle. Il a pu ainsi mettre en lumière quelques-unes des causes auxquelles on doit attribuer la marche supérieure des appareils américains et en fixer l'importance relative. Cependant, quelques points m'ont semblé encore obscurs : M. de Billy a bien montré qu'il y avait dans le fourneau américain moins de chaleur à dépenser par tonne de fonte ; mais l'économie réalisée est supérieure à celle qu'on pourrait prévoir de ce chef. Il y a donc, non seulement moins de chaleur absorbée, mais aussi une meilleure utilisation de la chaleur produite : le calcul le montre sans l'expliquer. Cette question est d'autant plus importante à examiner que *a priori* une allure très rapide ne doit pas être favorable à la bonne utilisation de la chaleur.

D'autre part, M. Gayley cite plusieurs exemples d'un fait imprévu et presque incompréhensible, c'est qu'on a pu augmenter la production d'un fourneau en diminuant la quantité d'air injectée. C'est tout le contraire qui devrait se produire. M. de Billy ne cherche pas à expliquer ce phénomène, et se demande si les chiffres donnés pour le volume du vent ne sont pas sujets à de grandes incertitudes. Il est vrai que les mesures de ce genre manquent toujours de rigueur, pas cependant au point qu'on puisse se tromper sur le sens des variations. Il y a donc là une seconde anomalie qui méritait examen.

C'est ce qui m'a engagé à reprendre l'étude des roulements américains, à les comparer à ceux que je connaissais en Europe, et à chercher si on n'avait pas négligé quelque particularité de nature à éclairer ces deux questions. Cette étude m'a conduit à quelques conclusions que je crois nouvelles et qui peuvent avoir une importance pratique. Je me propose d'en donner ici un résumé succinct.

Parmi les résultats principaux obtenus en Amérique, nous en distinguons trois, qui se tiennent, mais qu'il convient d'étudier séparément : 1° emploi de grands fourneaux; 2° marche rapide; 3° faible dépense de combustible.

1° Les hauts fourneaux de Pensylvanie sont grands. On leur donne aujourd'hui un volume total de plus de 500^{m3}, une hauteur de 24 mètres. Mais on a conservé des formes élancées. C'est surtout par l'élargissement du creuset qu'on a augmenté la capacité. Le diamètre aux tuyères est de plus de 3 mètres ; il n'y a pas d'ouvrage ; les étalages ont une pente de 75 à 80° et le ventre, dont le diamètre est à peu près double de celui du creuset, se trouve presque à la moitié de la hauteur ; le gueulard a une largeur de 4 à 5 mètres. Il y a bien plusieurs fourneaux aussi vastes en Europe : on en trouve même quelques-uns de plus grands. Il est rare qu'ils donnent de bons résultats et que leur production soit en rapport avec leur capacité. Ils ont des ouvrages plus rétrécis, des étalages plus ouverts; on a surtout agrandi la cuve en abaissant le ventre. Ces formes sont moins favorables à la descente régulière des charges, et l'expérience confirme bien à ce point de vue l'opinion de Gruner. Ce qu'il y a de nouveau dans la pratique américaine, et ce qui est sans doute une des causes du succès obtenu, c'est d'avoir réalisé de grands volumes tout en gardant une forme élancée, grâce à l'élargissement de la base.

Si on a pu le faire, c'est qu'on emploie des soufflerie puissantes et des pressions élevées, qui permettent à l'air de pénétrer jusqu'au centre de ces larges creusets. La pression est, en général, de 40 à 50 centimètres et peut monter jusqu'à plus d'une atmosphère. Chaque fourneau a sa machine indépendante, réglée de manière à faire toujours le même nombre de tours, et à donner un volume d'air constant, quelle que soit la pression qu'il faut développer.

2° Ces appareils sont conduits à allure très rapide : un fourneau de 500^{m3} reçoit par minute plus de 700^{m3} de vent et produit plus de 300 tonnes de fonte Bessemer en 24 heures. Le volume est donc de 1^{m3}50 à 2^{m3} au plus par tonne de fonte : tandis qu'en Europe, il excède en général 3^{m3} et est souvent voisin de 4.

On connaissait cependant déjà des exemples de marche très rapide, surtout dans les petits hauts fourneaux au bois. On a souvent cité celui de Follonica, où le volume par tonne de fonte n'était que de 1^{m}10. Ceux de Styrie traitant des carbonates grillés à 50 % marchent couramment à raison de 2^{m3} par tonne de fonte. Dans les fourneaux au coke, ces marches forcées sont plus rares; cependant, on peut citer les fourneaux de Terrenoire qui ont produit à une certaine époque 50 à 60 tonnes avec des volumes de 90 à 100^{m3}.

3° La consommation de charbon est faible ; on arrive en Pensylvanie à faire couramment de la fonte Bessemer avec 850 kilogr. de coke par tonne, tandis qu'en Europe il faut en général 1 000 à 1 100 kilogr. A ce point de vue encore, on peut citer en Europe quelques exemples isolés de marche aussi économique. Ainsi plusieurs hauts fourneaux de Styrie ont des consommations inférieures à 800, même parfois à 700 kilogr. Au coke, on brûle toujours davantage ; cependant les hauts fourneaux de Terrenoire ne consommaient que 950 kilogr. de coke cendreux. Au Pouzin on a fabriqué de la fonte Bessemer avec 770 kilogr. de coke ; c'est peut-être le résultat le plus remarquable qui ait jamais été obtenu, d'autant plus que le lit de fusion n'était pas riche (40 %). La marche n'était pas très rapide (4 mètres environ par tonne). Dans les autres exemples cités, au contraire, la faible dépense de coke coïncide avec une allure rapide. Dans tous, il s'agit de fourneaux relativement petits.

En résumé, sur les trois conditions réunies dans les roulements américains, il y en a deux, la marche rapide et la faible consommation de combustible, qui ont été à diverses reprises réalisées en Europe; et souvent elles l'ont été ensemble, comme en Styrie et à Terrenoire. Mais jamais, à ma connaissance, ces résultats n'ont été obtenus comme en Pensylvanie, dans de grands fourneaux.

Si les ingénieurs américains ont réussi à discipliner, mieux qu'en Europe, ces vastes appareils et à en tirer bon parti, ils le doivent sans doute à la bonne étude des formes et à la puissance des soufflerie employées.

M. de Billy a insisté avec raison sur ce point et sur la manière dont ces machines sont conduites. Comme je l'ai dit plus haut, elles sont réglées au nombre de tours sans s'occuper de la pression, qui s'élève, s'il en est besoin. C'est un principe excellent, mais il suppose l'indépendance de la soufflerie affectée à chaque fourneau. Les mêmes circonstances pratiques ont permis de soutenir une allure très rapide.

La question que je veux surtout étudier et qui ne paraît pas avoir encore été bien élucidée, c'est celle-ci : à quelles causes réelles doit-on attribuer la faible dépense de combustible ? La rapidité de la marche y est-elle favorable ou nuisible ?

On a attribué au premier abord l'économie à la richesse du lit de fusion (60 %). Mais il y a en Europe bien des hauts fourneaux qui marchent en fonte Bessemer avec des minerais presque aussi riches, et qui dépensent plus de 1 000 kilogr. de coke ; celui du Pouzin, que j'ai cité comme exemple des meilleurs résultats connus avait, au contraire, un lit de fusion pauvre. Il faut donc écarter cette explication, comme tout à fait insuffisante. D'après les analyses comparées de M. de Billy, la fusion des laitiers exigerait dans les fourneaux d'Europe, étudiés par lui, 50 kilogr. de coke environ de plus que dans celui de Pensylvanie, et c'est une différence de 250 à 300 kilogr. qu'il s'agit d'expliquer.

L'expérience semble indiquer que la rapidité de la marche est peut-être une des conditions de l'économie. M. Gayley cite plusieurs exemples de marche dans lesquels la consommation de coke s'est abaissée à mesure que la production augmentait.

D'ailleurs les exemples de faibles consommations obtenues en Europe, se rapportent presque tous à des fourneaux à marche rapide.

M. de Billy a mis en lumière, dans ses analyses, un fait de nature à expliquer en partie les avantages de cette allure. C'est que les pertes par les parois y deviennent relativement moins importantes. Elles ne sont que de 300 000 calories environ par tonne de fonte dans le fourneau d'Edgar Thomson et de 1 000 000 dans les deux autres.

C'est naturel, car ce genre de pertes ne dépend que de la surface rayonnante ; il reste donc constant, quelle que soit la production du fourneau, et une marche forcée en réduit l'importance relative, comme elle le fait pour les frais généraux.

Cet avantage suffit-il à tout expliquer ? Je ne le crois pas. Il justifierait, il est vrai, toutes choses égales d'ailleurs, une économie de 100 à 150 kilogr. de coke. Mais il devrait être compensé par d'autres différences : en marche rapide il doit falloir plus de coke pour produire la même quantité de chaleur. En effet, les analyses déjà citées montrent que dans le fourneau d'Edgar Thomson l'unité de carbone ne produirait que 3 670 calories, au lieu de 4 000 environ dans les deux fourneaux d'Europe. Il devrait en résulter pour le premier un excès de dépense de 10 %, qui compenserait à peu près l'économie due aux moindres pertes par les parois.

D'ailleurs, d'une manière générale, la théorie indique qu'en marche rapide la chaleur produite doit être moins bien utilisée. Les gaz séjournant moins longtemps au contact du minerai doivent se refroidir moins complètement, arriver plus chauds au gueulard. Or, c'est tout le contraire qui se produit : les gaz, dans le fourneau d'Edgar Thomson, sortent à une température basse (170°) et les pertes dues à la chaleur qu'ils emportent sont moitié moins considérables que dans les fourneaux européens.

Faut-il croire que la théorie est fausse, ou y a-t-il dans les autres circonstances du roulement quelque chose qui explique cette anomalie apparente ? C'est ce qu'il importe de chercher. L'explication, si elle est juste, devra s'appliquer également aux exemples que j'ai cités en Europe, et où l'économie coïncidait aussi avec une marche rapide.

Il y a dans la marche des hauts fourneaux de Pensylvanie une particularité sur laquelle on a peu insisté. Ils traitent beaucoup de menus (minerai lavé, et purple-ore). C'est une circonstance qui passe en

Digitized by Google

Europe pour augmenter les difficultés, surtout avec de grands fourneaux ; on recommande pour ce cas des cuves basses, de largeur modérée, une marche lente. Comment les Américains, au contraire, ont-ils pu réaliser une marche extra-rapide avec de grands fourneaux ?

Si on se reporte aux exemples déjà cités, on voit que les marches exceptionnelles, en Europe, ont été presque partout obtenues avec des minerais friables. En Styrie, où les carbonates grillés donnent beaucoup de poussières, on a pu réduire à moins de 700 kilogr. la consommation de charbon, tandis qu'en Suède, où les lits de fusion sont riches, mais où les minerais sont durs, elle ne descend pas au-dessous de 1 000 ou 1 100 kilogr. Les beaux résultats obtenus au Pouzin en fonte Bessemer, l'ont été avec un lit de fusion composé surtout de Filhols.

Ce résultat est-il anormal? Je ne le crois pas. En théorie, le traitement des menus doit être celui qui se prête à la meilleure utilisation calorifique, pourvu qu'on en surmonte les difficultés matérielles, c'est-à-dire que l'on évite à la fois les obstructions et la formation de cheminées. Si le vent a une pression et une vitesse suffisantes pour pénétrer d'une manière uniforme la masse pulvérulente, les surfaces de contact seront incomparablement plus développées que dans une cuve pleine de gros fragments. Les réactions chimiques ou physiques qui doivent s'exercer entre les gaz et le minerai seront donc favorisées. La réduction sera plus rapide, le refroidissement du courant gazeux plus complet. On pourra hâter la descente des charges, sans nuire à l'économie du combustible.

La condition de ce genre de roulement, c'est une vitesse du vent suffisante pour déplacer les poussières.

Il est très difficile de connaître exactement la vitesse réelle du vent dans les fourneaux.

Les calculs que j'ai essayé de faire semblent prouver que dans les fourneaux marchant en menu, le volume libre peut être de 10 à 20 % du volume total; on trouverait alors qu'en Pensylvanie, la vitesse ascensionnelle du vent, supposé froid, pourrait être de 3 à 5 mètres par seconde. Mais à la base du fourneau, les gaz sont à plus de 1 500°; leur volume est donc au moins six plus fort : la vitesse réelle peut être de 10 à 20 mètres. C'est une vitesse considérable, qui leur permettrait de tenir en suspension des grains de minerai de deux dixièmes de millimètre de diamètre. D'autre part, la pression varie de 0,40 à 1 atmosphère, c'est-à-dire de deux à cinq fois les pressions usitées en Europe ; les gaz ont donc beaucoup plus de facilité à passer dans les fissures les plus étroites.

Parmi les faits cités par M. Gayley, il y en a un curieux qui n'a pas encore été expliqué jusqu'à ce jour. Certains fourneaux, mis en marche avec un grand volume de vent, n'ont pas donné au début la production ni les résultats économiques qu'on attendait. On a diminué la quantité d'air et, non seulement la consommation de combustible s'est abaissée, comme on devait s'y attendre, mais la quantité de fonte produite a augmenté dans des proportions tout à fait imprévues. Activer la production en ralentissant la soufflerie, c'est un résultat paradoxal; tout Ingénieur, en Europe, eût prédit l'effet contraire.

Il s'explique sans difficulté par le rôle que j'ai attribué à l'action mécanique du vent. L'air, pour bien pénétrer les menus, doit avoir une vitesse qui lui permette de soulever les poussières fines ; mais si cette vitesse s'exagère, s'il souffle trop en tempête, s'il devient capable de balayer tous les obstacles, il se frayera un chemin en droite ligne : il formera de larges cheminées où les gaz passeront sans toucher le minerai. On aura beau souffler davantage, la réduction ne se fera pas.

En modérant la soufflerie, on permettra à ces cheminées de se boucher. Le contact entre les gaz et le minerai se rétablira et on verra la production augmenter.

En résumé, il y a pour un fourneau passant des menus une vitesse caractéristique du vent qui donnera la marche la plus rapide et la plus avantageuse. Si on reste au-dessous, comme on l'a fait en général en Europe, on sera gêné par les obstructions; si on l'exagère, il se formera des cheminées. Dans les deux cas, la production diminuera. Mais si on réalise la vitesse convenable, le traitement des menus pourra être plus avantageux que celui des gros.

Pour réussir dans cette voie, il faut réunir certaines conditions pratiques. La première est d'avoir pour chaque fourneau une machine indépendante, assez forte pour surmonter toutes les résistances accidentelles et fournir toujours le même volume de vent. C'est ce qui arrive en Amérique où les machines font toujours le même nombre de tours, en développant des pressions qui vont au besoin jusqu'à 1 atmosphère.

La seconde, c'est l'adaptation de la forme du fourneau. La forme élancée, déjà préconisée par Gruner, semble bien être la meilleure.

La pente des étalages et des parois de la cuve doit être forte; cependant il ne faut pas exagérer. L'angle de 75 degrés pour les étalages est celui qu'on adopte en général en Pensylvanie ; des étalages plus redressés à 80 degrés, ont moins bien réussi.

Si ces idées se confirmaient, il en résulterait deux conclusions pratiques importantes : c'est qu'il y aurait avantage à laver les minerais de fer, toutes les fois que leur nature permettrait un enrichissement notable, et qu'au lieu de rechercher les minerais durs, il faudrait au contraire broyer les gros morceaux. Je n'oserais pas conseiller de faire de parti pris de la poussière. Mais on pourrait sans danger procéder par essais gradués : employer d'abord des minerais modérément concassés, et réduire peu à peu la dimension des grains si on reconnaissait que la marche s'améliore. Bien entendu, cet essai ne pourrait être tenté qu'avec les deux conditions pratiques déjà signalées, c'est-à-dire un haut fourneau de forme convenable et surtout une soufflerie spéciale assez puissante pour surmonter toute obstruction et empêcher les menus de se tasser.

Dans ces conditions, je ne vois aucun motif pour qu'on ne réalise pas en France les mêmes progrès qu'aux États-Unis. Sans adopter les fourneaux monstres, qui ne seraient pas partout en rapport avec notre situation industrielle, je crois qu'on pourrait presque doubler la production des fourneaux actuels, tout en diminuant de 100 à 200 kilogr. la dépense du combustible. Il n'est pas téméraire d'évaluer à 4 ou 5 francs par tonne de fonte l'économie qui en résulterait.

Certains industriels pensent que la marche forcée des fourneaux américains offre l'inconvénient d'entraîner leur usure rapide. A ce point de vue, ce n'est pas la fréquence des réparations qu'il faut considérer, c'est le tonnage que le fourneau peut produire sans réfection. D'après les renseignements donnés par M. Gayley, c'est au bout de trois ans environ qu'il faut procéder à une réparation complète de la cuve et des étalages. Cette période correspond à une production de plus de 200 000 tonnes. Je ne crois pas qu'il y ait en Europe beaucoup de fourneaux capables de fournir un plus grand travail. Si on arrive, par cette marche rapide, à économiser 5 francs par tonne de fonte, en deux ou trois mois on aura gagné le prix d'une réparation.

Urbain Le Verrier,
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

HYDRAULIQUE

SIPHON ÉLÉVATEUR

Elévation automatique des eaux.

A l'exposition du Concours agricole de cette année, au Palais de l'Industrie, on a remarqué un appareil hydraulique nouveau qui mérite une mention spéciale. Il donne, en effet, une solution simple d'un problème que se sont posé bien souvent les Ingénieurs qui s'occupent plus spécialement des questions hydrauliques.

Il s'agit d'un simple siphon qui, fonctionnant selon son principe même, sans autre force que la pression atmosphérique et le liquide qu'il transporte, élève automatiquement l'eau et la débite au point culminant de sa course, sans se désamorcer.

Le système se compose (fig. 1) d'une boite de réception *b*, à l'intérieur de laquelle se trouve, tournant autour de son axe, un clapet *c*. A la partie supérieure de cette boîte est une soupape *d*. Faisant suite à la boîte *b*, est un régulateur *g*, et, sauf quelques pièces de détail, servant au réglage de l'appareil, celui-ci est là tout entier.

Toutes les pièces, ou à peu près, sont venues de fonte. Une seule, le régulateur, auquel on a donné le nom de poumon, par analogie avec la fonction qu'il remplit, présente une particularité assez curieuse. C'est un tambour dont les deux plaques sont des membranes vibrantes, en métal mince, d'environ 2 millimètres d'épaisseur. Ce sont elles, ici, qui entretiennent le mouvement.

Nous allons voir comment.

Supposons le siphon une première fois amorcé en le remplissant d'eau par le tube *h* et ce tube fermé par sa vis bouchon. L'eau, aspirée en *a* (colonne montante), traverse la boîte *b*, le régulateur *g*, et s'écoule par la colonne descendante *h*.

Ainsi mis en mouvement, le siphon fonctionne comme un siphon ordinaire. Mais l'eau rencontrant, dans son parcours, le clapet *c*, l'entraîne et l'appuie sur son siège. Ne trouvant plus d'issue et subissant l'action de la pression atmosphérique à laquelle elle tend à faire équilibre, elle soulève, en raison de sa force vive, la soupape *d* placée à la partie supérieure de la boîte et sort par cet orifice.

Pendant ce temps, la conduite *h* s'est partiellement vidée en occasionnant une dépression dans le régulateur *g*; mais aussi, la pression exercée sur le clapet *c* a diminué: ce clapet ramené en arrière par un levier *l* (fig. 2) supportant l'action d'un contre-poids *p*, s'ouvre, et l'eau appelée dans le régulateur *g* y pénètre à nouveau.

Les membranes, dans cette aspiration, ont repris leur position première et la même suite de phénomènes recommence dans un temps très court, de telle sorte que les pulsations, d'une régularité parfaite, sont au nombre de 150 à 400 à la minute, faisant chaque fois appel pour rétablir le mouvement qui, sans elles, s'arrêterait, et occasionnant de ce fait en *d*, par l'orifice laissé ouvert, un jet très sensiblement continu qui produit à la partie supérieure un écoulement d'eau non interrompu.

C'est cette eau ainsi élevée, théoriquement jusqu'à 10m 33 et dans la pratique jusqu'à 9m 50 et 10 mètres, qui peut dès lors être utilisée, soit qu'on la canalise ou qu'on la conserve dans des réservoirs.

Deux robinets placés, l'un sur la colonne montante, l'autre sur la colonne descendante, permettent d'arrêter la marche de l'appareil et de le remettre en mouvement chaque fois qu'il est nécessaire.

Le rendement de ce siphon, considéré au point de vue dynamique, atteint, d'après les résultats indiqués par son inventeur et d'après les expériences qu'il a faites, jusqu'à 90 %; pris comme rendement effectif, il peut être, dans certaines conditions favorables, de 80 %.

Ce rendement est en raison de la hauteur à laquelle l'eau est élevée par rapport à la différence existant entre les longueurs des deux branches ascendante et descendante, constituant son fonctionnement dans son principe même. De telle sorte que l'on pourrait établir, avec ce nouvel appareil, qu'élevant l'eau à 5 mètres, avec 5 mètres de différence de niveau, on se trouverait dans la proportion de 1 pour 1, s'il était permis de négliger complètement la perte occasionnée par le frottement qui d'ailleurs est assez minime.

En prenant cette proportion comme point de départ, le rendement

Digitized by Google

augmente, pour une même élévation avec la hauteur de chute, et diminue avec elle.

Le siphon élévateur exposé par MM. Lemichel et Cie au Palais de l'Industrie, élevait l'eau à 4 mètres de sa source avec une différence de niveau de 1m 80 environ. Il était supporté par un pylone léger 6 mètres environ d'élévation, à l'intérieur duquel était placé un ré-

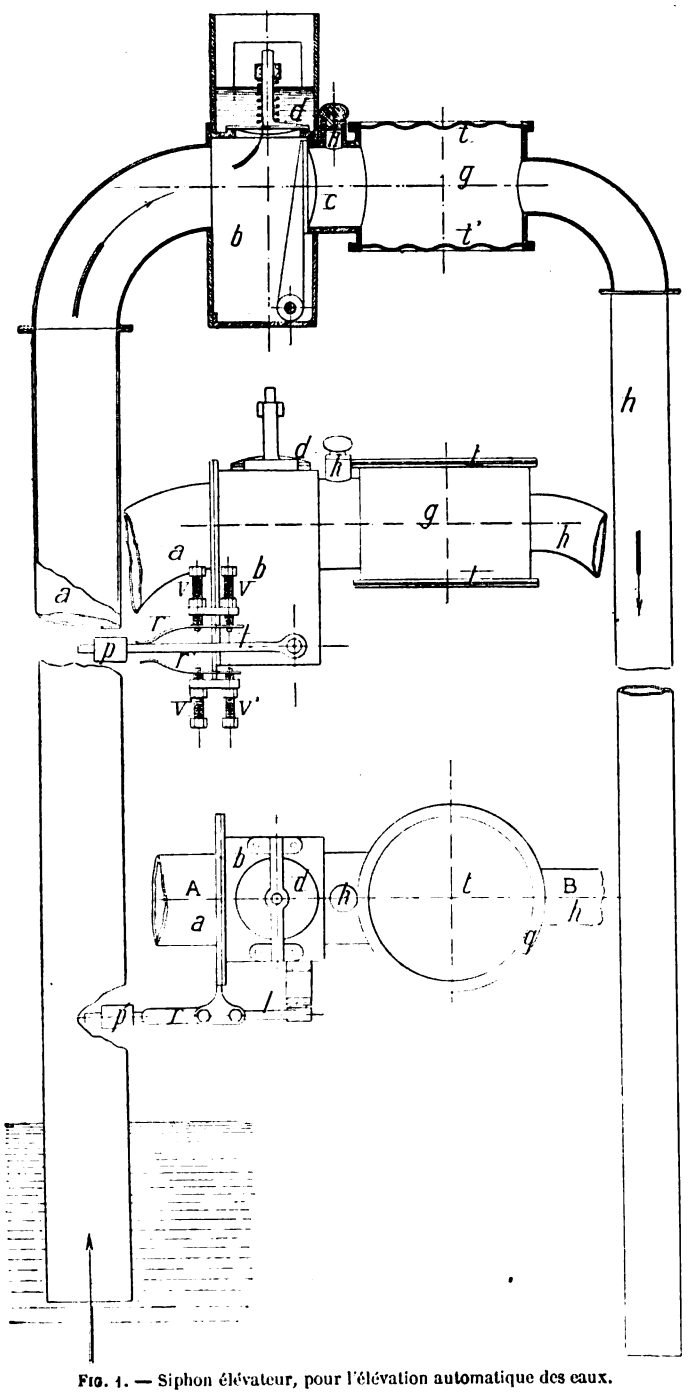


Fig. 1. — Siphon élévateur, pour l'élévation automatique des eaux.

servoir constamment alimenté. Son rendement, dans ces conditions, était sensiblement de un tiers.

L'eau s'écoulait avec abondance et, pour un siphon relativement petit, car il avait au plus 10 centimètres de diamètre, le débit était de 60 mètres cubes par 24 heures, exactement de 63. Le débit est, d'ailleurs, en rapport direct des dimensions de l'appareil, qui, pour un diamètre de 50 centimètres, peut atteindre, paraît-il, 4 000 mètres cubes.

Sans parler de son utilisation dans l'industrie, cet appareil pourrait rendre des services à l'agriculture. Les dernières statistiques nous apprennent, en effet, que le douzième de notre territoire n'est pas cultivé, faute d'irrigations, parce que les moyens connus sont trop onéreux ou peu pratiques; aussi estimons-nous que les appareils combinés en vue de répondre à ce desideratum doivent être signalés.

F. Desquiens,
Ingénieur civil.

ÉLECTRICITÉ

LES COURANTS ALTERNATIFS DE GRANDE FRÉQUENCE et de haut potentiel.

Il n'est question depuis quelque temps dans le monde des électriciens que des résultats extraordinaires que M. N. Tesla aurait obtenus aux Etats-Unis par des moyens encore peu connus et qu'il a soumis l'an dernier à l'*American Institute of Electrical Engineers*.

A la demande de la *Société internationale des Électriciens* et de la *Société de Physique*, M. Tesla, qui devait se rendre en Europe, a consenti gracieusement à venir répéter, à Paris, la plupart des belles expériences qui ont émerveillé les deux Sociétés dans la séance spéciale qu'elles ont tenue en commun le 19 février dernier.

M. Tesla, qui s'est adonné particulièrement à l'étude des courants alternatifs, a cherché et réalisé, en portant le nombre des fréquences à des valeurs absolument inusitées, des tensions énormes et telles que celles des machines statiques les plus puissantes, alors que jusqu'ici c'est par le développement du fil sur la bobine d'induction qu'on atteignait les plus grandes forces électromotrices. Il est prouvé, aujourd'hui, que des inversions de courant extrêmement rapides avec quelques spires de fil convenablement isolé fournissent économiquement des potentiels plus élevés que les plus massives bobines d'induction.

L'application de ces courants a été démontrée par M. Tesla de la manière la plus brillante, l'autre jour; cependant, les recherches de l'auteur visent également le transport de l'énergie, la télégraphie rapide, la physiologie même et des conséquences absolument nouvelles dans le grand domaine de la physique, dont elles sont de nature à reculer les limites.

Il faut attendre pour apprécier la portée de ces vues, l'exposé général que l'auteur doit en publier.

L'un des procédés imaginés par M. Tesla, pour multiplier les fréquences du courant, consiste à envoyer dans une bobine d'induction sans noyau le courant fourni par un alternateur spécial. Cet alternateur est constitué pour l'induit par un disque de fer mobile, ayant 1 mètre de diamètre et qui porte 384 bobines de quelques tours de fil; l'inducteur est formé par un anneau de fer doux, denté, concentrique au disque, et fixé sur un châssis en fer forgé; l'entrefer du champ magnétique est réduit au minimum. A 50 tours par seconde, vitesse adoptée dans ces expériences, on obtient donc $50 \times 384 = 19\,200$ inversions de courant, soit 9 600 périodes complètes, alors que les machines alternatives ordinaires ne dépassent pas 150 périodes par seconde. La force électromotrice de l'alternateur (environ 200 volts), multipliée par la bobine d'induction, atteindrait plusieurs millions de volts et l'on comprend que l'isolement de la bobine serait compromis et que des décharges se produiraient entre son primaire et son secondaire, si l'expérimentateur n'avait eu le soin de l'immerger dans une cuve d'huile de lin bouillie. Pour de telles tensions, en effet, l'isolement par l'air serait absolument insuffisant.

Par une autre méthode qu'il serait difficile de décrire exactement sans l'aide de figures schématiques, M. Tesla utilise les décharges disruptives d'une bobine d'induction qui reçoit le courant d'un alternateur ordinaire. Le primaire de la bobine est relié à un puissant électro-aimant dans le champ duquel sont disposées deux sphères de cuivre, à distance réglable, en connexion avec les pôles du secondaire. Ce dispositif, que complète toute une série de condensateurs, permet d'obtenir des fréquences dont le nombre atteindrait un million (1 000 000) et une différence de potentiel évaluée à des centaines de mille volts.

« Ce n'est pas sans une certaine émotion, a dit l'auteur, que, pour la première fois, j'ai expérimenté sur moi-même l'effet de la puissance ainsi développée; mais la foi a triomphé de la peur pour laquelle j'en ai été quitte et je vais vous prouver que, précisément en raison de l'extrême rapidité de leurs inversions, ces courants sont physiologiquement inoffensifs! »

Et, en effet, touchant d'une main le circuit d'où jaillissait à son approche une fulgurante étincelle, il prenait de l'autre, un long tube de verre à air raréfié que la décharge, traversant le corps, illuminait brillamment, aux applaudissements des spectateurs même les moins étonnés.

L'auteur a reproduit ensuite, dans *l'air à la pression atmosphérique*, la plupart des phénomènes que l'on n'obtenait jusqu'ici que dans le vide relatif des tubes de Geissler : les phénomènes dits « effets de Crookes » étaient visibles de tous les points de la salle; il a rendu phosphorescents au point de pouvoir lire à leur douce lueur, ou porté à l'incandescence des substances très variées, contenues dans des ampoules, telles que la chaux, le rubis, le sulfure de calcium, le charbon, des métaux, etc., substances dont l'éclat lumineux s'accroissait considérablement lorsque l'opérateur, augmentant ainsi la capacité électroélastique, en approchait la main ou un écran métallique.

Pour la plupart de ces expériences, le circuit n'était pas fermé comme à l'ordinaire, mais arrêté d'une part à une plaque de tôle suspendue en l'air par où l'énergie se diffusait.

Les procédés de M. Tesla lui ont encore permis de montrer d'autres phénomènes non moins extraordinaires; par exemple :

Deux fils de cuivre de cinq ou six mètres de longueur tendus parallèlement en l'air devenaient lumineux et, dans l'obscurité, on apercevait dans l'intervalle de 30 centimètres qui les séparait un véritable tissu d'aigrettes brillantes;

Un fil mince de platine, dont l'extrémité pointait en l'air, se couvrait d'aigrettes lumineuses et s'agitait d'une façon désordonnée;

Deux bagues concentriques de 30 et 60 centimètres de diamètre, environ, formaient entre elles une bande annulaire d'aigrettes constituant autant de rayons lumineux.

Maintenant que va-t-il résulter de ces expériences révélatrices dont la conception repose évidemment sur des données théoriques et ne sont que le résultat d'études rationnelles unies à la plus heureuse ingéniosité de réalisation? Faut-il y voir ce qu'elles semblent avoir suffisamment démontré, entre autres applications, de prime abord, l'avènement d'un nouveau mode d'éclairage électrique, l'éclairage de l'avenir?

Digitized by Google

Beaucoup d'esprits, parmi les plus sérieux et les plus compétents, sont disposés à le croire : nous nous rangeons avec conviction de leur côté.

Quoi qu'il en soit, M. Tesla, d'ores et déjà, a bien mérité de la science. Les applaudissements que lui ont prodigués les deux Sociétés techniques devant lesquelles il a expérimenté le 19 février, lui ont sans nul doute fait entendre que ce n'est pas seulement pour le remercier d'avoir traversé l'Atlantique en leur faveur, qu'elles l'ont accueilli avec tant d'attentions et de chaude sympathie.

ALSA.

PROJET D'INSTALLATION D'UNE USINE ÉLECTRIQUE à Briançon (Hautes-Alpes).

La Direction du Génie de Briançon vient de rédiger une note sur les conditions générales d'installation d'une usine électrique destinée à fournir l'éclairage et la force motrice nécessaires aux établissements militaires de cette place. Voici quelques renseignements extraits de ce document.

Située non loin du confluent de la Durance et de la Guisanne, et à peu de distance de la Cerveyrette, la ville de Briançon est une de celles de la région des Alpes où l'éclairage électrique et le transport de l'énergie peuvent être réalisés le plus facilement, par l'emploi des forces naturelles disponibles.

Les industries qui seraient tentées d'utiliser ces forces auraient intérêt à s'assurer tout d'abord la clientele du principal consommateur, c'est-à-dire de l'Administration de la Guerre, et la note en question a précisément pour objet de leur faire connaître l'importance des établissements militaires de la place, les besoins des divers services en éclairage et force motrice, ainsi que les données sommaires qu'on a pu recueillir sur les conditions générales d'installation de l'usine à établir.

Établissements militaires. — Les établissements dans lesquels l'Administration de la Guerre serait désireuse d'établir l'éclairage électrique ou d'utiliser la force transportée peuvent se répartir en trois groupes, pour lesquels, si l'on adopte comme type normal la lampe à incandescence de 8 bougies, les nombres de lampes nécessaires seraient les suivantes :

1er groupe (Ville)	334	lampes.
2e — (Sainte-Catherine)	393	—
3e — (Fort des Têtes)	189	—

soit, au total, et en chiffres ronds, *900 lampes de 8 bougies*.

Le nombre de lampes-heure consommées annuellement serait de *1 500 000*.

D'autre part, en ce qui concerne la force motrice, on peut compter que le service des câbles-transporteurs, les machines-outils des ateliers de l'artillerie, la manutention des denrées dans le magasin aux grains et le parc à fourrages, le pressage des fourrages et les appareils frigorifiques dont l'installation est projetée exigeront l'emploi :

a. normalement et pendant le jour, de *37 chevaux*.
b. éventuellement { pendant le jour, de *67 chevaux*. — le nuit, de *45 chevaux*.

Les chiffres donnés ci-dessus, tant pour l'éclairage que pour le transport de la force, résultent d'études sommaires, et ne sont qu'approximatifs.

Population civile. — La note fournit également quelques renseignements sommaires sur les demandes auxquelles le concessionnaire pourrait avoir à satisfaire de la part de la population civile. Les trois principaux clients à envisager sont : 1° La *Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée* dont la gare de Briançon est une des plus importantes de la ligne des Alpes (surface couverte, 2500 mètres carrés environ ; superficie totale, 8 hectares) ; 2° les usines de la *Société industrielle pour la Schappe*, qui emploient 900 ouvriers, occupent une superficie de 22 hectares et utilisent normalement une force motrice de 200 chevaux empruntée à la Durance (1) ; 3° la *ville de Briançon* et les hameaux qui en dépendent, dont la population civile est de 4 419 habitants. La gare et les usines de la Schappe sont actuellement éclairées à l'huile minérale ou au gaz d'huile. L'éclairage public, très sommaire, de la ville et des faubourgs, est simplement assuré au moyen de quelques lampes à pétrole.

Conditions générales d'installation d'une usine électrique. — Pour obtenir à un prix acceptable l'éclairage et la force, il est évident que l'on devra installer des moteurs hydrauliques utilisant l'un des cours d'eau voisins de la ville.

Or, chaque lampe de 8 bougies absorbe 28 watts (3,5 watts par bougie). Donc, si l'on admet que la perte par les conducteurs est de 15 °/₀ et le rendement en lumière des dynamos de 90 °/₀, on voit que pour fournir les 900 lampes demandées pour les établissements militaires, le moteur employé devra donner, sur l'arbre, un nombre de

$$\frac{900 \times 28}{736} \times \frac{100}{85} \times \frac{100}{90} = 45 \text{ chevaux environ.}$$

D'autre part, si l'on admet un rendement de 0,60 pour le transport de la force, les 45 chevaux à utiliser éventuellement la nuit, comme force motrice, exigent sur l'arbre moteur

$$\frac{45}{0,60} = 75 \text{ chevaux.}$$

La force totale des moteurs doit donc être de

$$45 + 75 = 120 \text{ chevaux.}$$

Dans ces conditions, et en adoptant 0,70 pour le rendement des turbines employées, la force à demander à la chute *pour les seuls besoins militaires* sera

$$\frac{1,20}{0,70} = 170 \text{ chevaux environ.}$$

Ce nombre doit être considéré comme un minimum, car il est permis de prévoir que les services militaires seront conduits peu à peu à employer l'énergie électrique pour d'autres applications sur les divers points de la place.

D'autre part, ce chiffre devra être majoré, dans une mesure qu'on n'a pas à déterminer ici, en vue de réserver pour les besoins de la population civile la force nécessaire.

On peut estimer qu'une force de 500 chevaux sera plus que suffisante pour réaliser toutes les applications prévues. Où trouver cette force motrice ?

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les usines de Sainte-Catherine empruntent leur force motrice à la Durance, au moyen d'un canal dérivé. Si l'on voulait utiliser cette rivière, il conviendrait donc de se placer en amont de la prise du canal, et l'on serait probablement amené, le lit de la rivière étant très encaissé et les berges difficilement accessibles, à créer un barrage, opération coûteuse et difficile.

Le second cours d'eau cité, la Guisanne, gèle pendant les hivers rigoureux.

Il semble donc que la meilleure solution à adopter consisterait à demander à la Cerveyrette la force motrice nécessaire. La pente moyenne de ce cours d'eau est de 0m 058 par mètre et le débit minimum de 800 litres par seconde. En admettant que le canal dérivé à hauteur de l'Orphe emprunte à la rivière 100 litres par seconde, on voit qu'on pourrait entre l'Orphe et le grand pont métallique (1), disposer de *700 litres d'eau*. Avec une chute de 53 mètres, on aurait donc *500 chevaux*. La longueur du canal d'amenée serait d'environ 1 200 mètres. L'usine devrait être établie un peu en aval du pont métallique, de façon à restituer l'eau motrice avant les prises de la partie inférieure du cours de la rivière ; elle serait ainsi située à une distance moyenne de 1 600 à 1 700 mètres des centres d'utilisation de la lumière et de la force. De plus, l'usine serait avantageusement placée pour fournir l'énergie nécessaire aux usines, scieries, etc., qui pourraient se créer à proximité de la gare.

Conclusions. — Après avoir indiqué, comme nous venons de le faire, quelle serait la consommation de l'ensemble des services militaires en lumière et force, quelle serait l'importance de l'usine à créer et sur quelles bases il serait sans doute préférable de l'établir, la note conclut ainsi :

La question est donc nettement posée, et le Chef du Génie, agissant avec l'autorisation du Ministre de la Guerre, fait appel aux constructeurs et Ingénieurs-électriciens pour leur demander d'étudier l'installation d'une usine électrique à Briançon et de lui soumettre, avec cette étude, un projet de traité pour la fourniture de la lumière et de la force nécessaires aux établissements militaires de la place.

Le Chef du Génie prie, en conséquence, les industriels qui seraient désireux de se mettre sur les rangs pour obtenir la concession proposée de vouloir bien lui faire parvenir *avant le 1er mai prochain* :

1° Un avant-projet, avec notice explicative, de l'usine et de la distribution à créer ;

2° Un projet de traité pour la fourniture aux divers établissements de la lumière et de la force motrice nécessaires, les frais d'installation, d'entretien et de remplacement, dans le cas d'usure naturelle, des conduites de distribution et des appareils d'utilisation restant à la charge du bailleur.

Ces documents devront être accompagnés de toutes les pièces permettant d'établir la capacité technique et la solvabilité du concurrent. Il sera tenu le plus grand compte des garanties financières offertes, ainsi que du délai demandé pour la réalisation du projet.

Le Chef du Génie se tient, du reste, à la disposition des concurrents pour leur fournir, soit verbalement, soit par correspondance, les renseignements complémentaires qui pourraient leur être utiles.

(1) La Société serait, paraît-il, disposée à adopter non seulement l'éclairage électrique, mais même à faire emploi de la force transportée pour remédier aux variations assez considérables de l'énergie fournie par la Durance.

NOUVEAU TREMBLEUR DE M. E. DUCRETET pour les bobines de Ruhmkorff.

Le nouveau trembleur proposé par M. Ducretet est applicable aux bobines industrielles destinées aux moteurs à gaz, à l'inflammation des mines, à la production de l'ozone, à la spectroscopie, aux usages de laboratoire, etc.

Les circuits *induits* et *inducteurs* ne diffèrent en rien de ceux habituels à ce genre de transformateurs à haut potentiel ; le fil formant le *circuit induit* de la bobine I est d'un diamètre plus fort que celui employé dans les bobines servant aux usages scientifiques ; par suite, l'étincelle obtenue aux bornes BB′ est plus chaude et relativement courte. Comme d'ordinaire, le condensateur CO, fixé à l'intérieur du socle S, arrive en CC du trembleur.

Les effets obtenus sont supérieurs si le trembleur donne des interruptions très rapides, tout en permettant le passage du courant à tra-

(1) Voir le *Genie Civil* tome XX, n° 6, p. 85.

Digitized by Google

vers des organes n'offrant aucune résistance à ce courant. Les figures 1 et 2 donnent les détails de construction de ce trembleur, qui peut servir à volonté de trembleur rapide ou lent ; il est actionné par le courant primaire venant aux bornes AA′ pour traverser le circuit inducteur de I, indépendant du circuit induit BB′.

Ce trembleur comprend essentiellement une palette feuilletée T, en

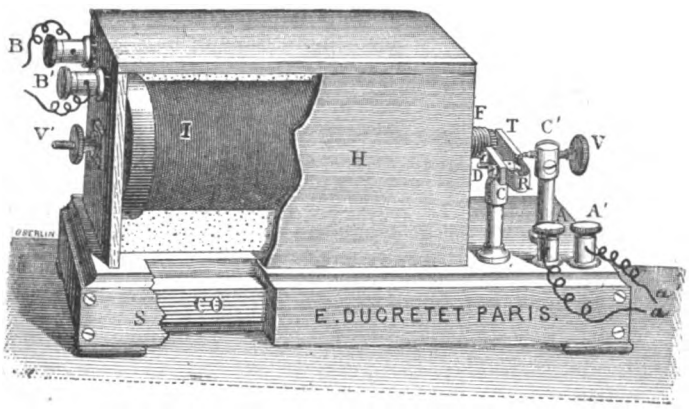


Fig. 1. — Nouveau trembleur pour les bobines de Ruhmkorff.

lames de tôle de fer doux ; elle est fixée à une lame-ressort recourbée R, et fixée à la monture C ; la vis de butée D n'atténue pas la flexibilité de ce ressort ainsi recourbé. Les contacts en platine fort, sont en C′ et en P. Suivant la position de cette vis de butée D, on obtient des vibrations lentes ou rapides. Dès que le courant passe dans le circuit inducteur, la palette T est attirée et le circuit rompu en P ; les successions d'attractions et de ruptures produisent une vibration régulière, lente ou rapide, et un minimum d'étincelles de rupture en P si le faisceau F de la bobine est à une distance convenable de la palette T ; ce réglage s'obtient rapidement, suivant l'in-

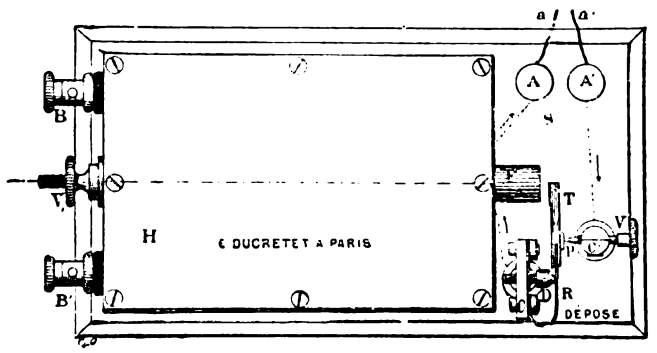


Fig. 2. — Plan du nouveau trembleur pour bobines Ruhmkorff.

tensité du courant employé, en agissant sur la vis de rappel V′ du faisceau F. Ce trembleur n'est jamais calé, il a l'avantage de partir de lui-même dès que le courant passe en AA′. Ces avantages sont obtenus par la forme recourbée, flexible, du ressort R, disposition assurant une bonne flexibilité et n'offrant aucune résistance au passage du courant qui traverse ce ressort vibrant ; par le feuilletage et la forme de la palette T ; par le déplacement du faisceau F et par l'ensemble du montage sur la colonne C assurant la solidité de cet appareil industriel.

G. F.

CORRESPONDANCE

Sur les déformations élastiques des arcs.

A Monsieur le Rédacteur en Chef du *Génie Civil*,

Monsieur,

Le dernier numéro du *Génie Civil* (1) contient une lettre dont l'auteur, M. Chaudy, revendique la priorité d'invention d'un théorème sur les déformations élastiques maximums des arcs métalliques, que j'ai établi dans un travail présenté à l'Académie des Sciences le 22 février dernier.

Dans aucune des notes auxquelles il fait allusion, M. Chaudy n'a démontré ni énoncé ce théorème ; il en réclame la paternité sans paraître en avoir soupçonné l'existence.

Déjà il avait porté sa réclamation devant la Société des Ingénieurs civils et notre président, M. Buquet, l'avait obligeamment et d'accord avec lui, soumise à l'examen de deux des membres les plus compétents. Mais, sans attendre le résultat de leur investigation, il a faussé compagnie à ces collègues, qu'il jugeait sans doute trop indiscrets, et il est venu à vous ; avec votre bienveillance ordinaire, vous avez compris et accueilli ce jeune camarade. Pour en finir avec cette contestation et répondre, de mon côté, à son véritable désir, j'informe vos lecteurs qu'ils trouveront dans le Bulletin de la Société des Ingénieurs civils, en même temps que le travail qui a provoqué la réclamation de M. Chaudy, les diverses notes de M. Chaudy lui-même. Elles méritent, d'ailleurs, l'attention de ceux qu'intéressent les questions qui en font l'objet.

Veuillez agréer, etc.

Bertrand de Fontviolant,
Répétiteur de Mécanique à l'Ecole Centrale.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 19, p. 319.

INFORMATIONS

Banquet du Comité de défense de la Métallurgie du 3 mars 1892.

Nos producteurs français ont tenu à témoigner leur gratitude à tous les orateurs qui se sont faits leurs avocats dans la grande lutte soutenue devant le Parlement pour la fixation des droits de douane. Le 22 février dernier, c'était l'agriculture qui offrait à M. Méline une médaille commémorative (1) ; quelques jours après, le 25, l'Association de l'Industrie française, par l'organe de son président, M. Aclocque, offrait à l'éminent président de la Commission des douanes, son buste en marbre, exécuté par un jeune statuaire de très grand talent, M. D. Puech.

Dans les deux banquets qui se sont tenus à cette occasion, les orateurs ont insisté justement sur la nécessité pour ces deux grandes formes de la production nationale, l'agriculture et l'industrie, de rester toujours unies après la lutte comme elle l'ont été pendant la discussion des tarifs, car il leur importe d'assurer l'épreuve loyale et complète du nouveau régime économique, afin de montrer qu'il est en mesure de ramener la prospérité compromise et d'assurer à tous, producteurs, patrons et ouvriers, sans distinction, la juste rémunération de leur travail. Ainsi que le disait d'ailleurs M. Méline dans le banquet de l'industrie, les ouvriers doivent recueillir aussi le bénéfice de ces tarifs, car ceux-ci ont été établis avec la préoccupation de leurs intérêts comme de ceux des patrons.

Le jeudi 3 mars, la métallurgie, à son tour, rendait hommage à son éloquent défenseur à la Chambre, M. Mézières, et un banquet offert en son honneur, sous la présidence de M. Schneider, réunissait à l'Hôtel Continental 90 convives, députés et représentants autorisés de la métallurgie dans toutes les régions du pays.

Une superbe coupe en argent, due au ciseau d'un artiste lorrain bien connu, M. Aubé, était offerte à M. Mézières. Cette coupe qui constitue une œuvre originale et unique, est ornée d'une décoration allégorique appropriée dont M. Aclocque sut faire ressortir délicatement le travail et l'intention ; elle figure la littérature venant en aide à l'industrie. En la remettant à M. Mézières, M. Schneider prononça une élégante allocution digne de l'orateur à qui elle s'adressait, et, avec l'autorité de sa haute situation, il remercia, au milieu des applaudissements unanimes, au nom de la métallurgie tout entière, l'éminent académicien qui avait bien voulu s'arracher au commerce des orateurs et des poëtes des littératures étrangères pour se plonger dans d'arides discussions de chiffres, et qui avait su se faire l'avocat autorisé, compétent et écouté de l'industrie du fer.

Dans une réponse magistrale, M. Mézières montra que l'inspiration artistique se retrouve en France, même dans le travail du fer ; il insista à son tour sur la nécessité de l'union de toutes les forces productives du pays, et en ce qui concerne la métallurgie spécialement, il montra quelle importance nationale nous devons attacher à ce qu'elle soit prospère et indépendante de l'étranger.

Après lui, M. Aclocque exprima les sentiments de sympathie de l'assemblée pour M. le baron Reille, président du Comité des forges, retenu par un deuil cruel ; puis M. Dupont, Inspecteur général des Mines en retraite, insista sur l'influence des études économiques pratiques dans l'enseignement des écoles d'Ingénieurs et montra tout l'intérêt qu'il y aurait à cet égard à répandre parmi les élèves le discours prononcé le 4 juillet à la Chambre, sur la question des tarifs, par M. Mézières ; enfin M. Jambille, de Maubeuge, et M. Lesaffre, de Ferrière-la-Grande, vinrent attester que les tarifs obtenus répondaient bien aux désirs de la métallurgie entière sans exception : les quelques légères dissidences plutôt apparentes que réelles qui avaient pu se produire d'abord, étant absolument oubliées aujourd'hui. Les applaudissements qui accueillirent ces déclarations montrèrent bien qu'elles étaient conformes aux sentiments unanimes de tous les membres de l'assemblée convaincus, aujourd'hui plus que jamais, de la nécessité de l'union pour la défense et la protection de la grande industrie qu'ils représentaient.

L. B.

Falsification des beurres.

Nous reproduisons, d'après le journal *le Siècle*, un procédé très simple, indiqué par M. Georges Pouchet, pour reconnaître la falsification des beurres par l'addition de beurre fondu ou de margarine.

Une parcelle de beurre à essayer est écrasée entre deux lames de verre et examinée au microscope, à la lumière polarisée, au-dessus d'une lame de sélénite. Si le beurre est pur ou simplement salé, on ne voit rien de particulier, mais si l'échantillon contient une trace de margarine ou de beurre fondu, on aperçoit aussitôt dans le champ du microscope des étoiles de toutes couleurs. Il est impossible de s'y tromper. Ce procédé, bien que peu connu, est cependant appliqué depuis trois ans déjà par le docteur Pennetier au laboratoire municipal de Rouen.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 18, p. 303.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 19 février 1892.

Présidence de M. P. BUQUET.

M. Edmond COIGNET fait un résumé de la communication de M. Crugnola sur les *grands réservoirs ou lacs artificiels;* il y ajoute quelques observations ayant trait à l'emploi du béton et à la production des fissures dans les murs des réservoirs.

M. PILLET présente des *épures de statique graphique relatives à la détermination des moments fléchissants et des efforts tranchants maxima qui se produisent au passage d'un convoi dans une poutre à une seule travée reposant sur appuis libres.* Ces épures ont été exécutées en partant d'un *funiculaire initial* donnant les valeurs des moments sous les différents essieux.

Cette communication donne lieu à une discussion entre l'auteur et M. BERTRAND de FONTVIOLANT, qui soutient qu'avec le train type tel qu'il est défini par le règlement ministériel de 1891, l'effort tranchant maximum a lieu au-dessous de l'essieu de tête de la première locomotive.

La séance se termine par la description que fait M. LIPPMANN des travaux visités par la Société à Ymuiden et à Amsterdam.

Séance du 4 mars 1892.

Présidence de M. P. BUQUET.

Projet de chemin de fer transversal de pénétration et de jonction dans Paris (1). — M. Bourdon présente à la Société son projet de chemin de fer qu'il regarde comme devant être un auxiliaire et non un rival d'un chemin de fer métropolitain.

La discussion de ce projet aura lieu dans une prochaine séance.

M. LIPPMANN achève la lecture de son travail si complet sur le voyage de la Société en Hollande et la termine par un remarquable aperçu sur l'importance des services qu'ont rendus les Ingénieurs hollandais à leur pays.

P. JANNETTAZ,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 1er février 1892.

Physique. — 1° *Sur la compressibilité des solutions salines.* Note de M. HENRI GILBAULT, présentée par M. Lippmann.

M. Gilbault a été conduit dans ses recherches sur la variation de la force électromotrice des piles avec la pression, à étudier la compressibilité des solutions salines.

La méthode qu'il a employée est, à quelques modifications près, celle suivie par M. Cailletet, dans une étude analogue. L'auteur a formulé comme résultat de ses expériences une série de lois dont nous signalons ici les principales :

1° A une même température, comprise entre 10° et 35°, les compressibilités des solutions d'un même sel varient d'une façon continue avec la concentration;

2° En général, à partir d'une certaine concentration, les compressibilités salines croissent moins rapidement que les quantités de sel dissous;

3° Pour des solutions de faible concentration, la différence entre la compressibilité de l'eau et celle de la solution, quantité que l'auteur appelle *compressibilité saline*, est proportionnelle à la concentration quelles que soient la nature du sel dissous et celle du dissolvant;

4° Les compressibilités des solutions très diluées diminuent, par suite d'une élévation de température; les compressibilités des solutions voisines de la saturation diminuent moins que celles des solutions étendues du même sel, par suite également d'une élévation de température;

5° Les courbes représentant les compressibilités des solutions d'un même sel pour différentes concentrations ont toujours la même forme à quelque température qu'on opère, pourvu qu'elle soit différente de 0°;

6° En dissolvant un même poids d'un même sel, dans un même volume de différents dissolvants, on obtient des solutions dont la compressibilité saline est d'autant plus grande que le dissolvant a lui-même une plus grande compressibilité.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 6, p. 87.

2° *Sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. GOUY.

La comparaison des amalgames et du mercure, au point de vue des phénomènes électro-capillaires, a conduit M. Gouy à étudier la loi de ces phénomènes avec le mercure pur et des solutions aqueuses diverses. Dans beaucoup de cas, cette loi reste sensiblement la même, comme l'a démontré M. Lippmann, mais seulement pour une certaine catégorie d'électrolytes; en général, on constate des différences plus ou moins sensibles, et assez souvent importantes.

3° *Sur la mesure optique des températures élevées.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

Cherchant à ramener la mesure des températures à celle de l'intensité absolue d'une longueur d'onde déterminée, idée bien des fois émise par Pouillet, Becquerel et M. Violle, l'auteur de cette note a gradué le photomètre de M. Cornu, pour un certain nombre de corps chauffés dans la flamme de bruleurs à air et gaz mêlés.

Il en résulte un appareil à la fois précis et très maniable, qui a déjà été mis en essai dans plusieurs usines de fer de France et de l'étranger.

4° *Sur l'achromatisme.* Note de M. A. BROCA, présentée par M. A. Cornu.

Chimie. — 1° *Sur les azotures de baryum et de strontium.* Note de M. MAQUENNE.

M. Maquenne présente à l'Académie une note sur les azotures de baryum et de strontium, dans laquelle il montre que ces derniers présentent la même composition que l'azoture de magnésium.

2° *Sur les chlorobromures de carbone.* Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

La théorie permet de prévoir l'existence de trois chlorobromures de carbone qui sont : CCl^3Br, CCl^2Br^2, $CClBr^3$. Le premier seul est connu et a été obtenu par différents procédés, et entre autres par MM. Friedel et Silva dans l'action du brome sur le chloroforme en tubes scellés à 170°. M. Besson a repris cette réaction à température plus élevée, dans l'espoir de substituer Br^2 à HCl dans $CHCl^3$ et obtenir le chlorobromure CCl^2Br^2; le résultat lui a fourni, ainsi qu'il le montre dans la présente note, simultanément les trois chlorobromures dont il a été fait mention ci-dessus.

3° *Action des métaux sur les sels dissous dans les liquides organiques.* Note de M. Raoul VARET.

M. Friedel, en étudiant les liquides rouges qui prennent naissance lorsque l'on fait agir le chlorure d'aluminium sur la benzine en présence du gaz acide chlorhydrique, a constaté que ces produits ne se formaient pas quand on évitait toute trace d'eau. Cette observation a donné l'idée à M. Varet d'étudier comparativement l'action des métaux sur les sels dissous dans l'eau et dans les divers liquides organiques, afin de déterminer le rôle, dans ces réactions, de l'eau et des combinaisons moléculaires qui peuvent se former par suite de l'union de certains des produits en présence.

Il résulte de ces recherches que, en résumé, certains métaux capables d'en précipiter d'autres de leurs sels dissous dans l'eau, perdent cette propriété quand, à l'eau, on substitue comme dissolvant certains liquides organiques; cette différence d'action est due tantôt à l'eau, tantôt à la formation de combinaisons moléculaires engendrées par l'union des produits en présence.

Agriculture. — *Recherches sur l'adhérence aux feuilles des plantes, et notamment aux feuilles de la pomme de terre, des composés cuivriques destinés à combattre leurs maladies.* Note de M. Aimé GIRARD, présentée par M. Schlœsing.

La campagne agricole de 1890 a, dans l'est de la France, souffert gravement, en juillet et en août, de la persistance des pluies; la lutte contre le phytoptora infestant (maladie ordinaire de la pomme de terre) a notamment, sous l'influence de ces pluies, rencontré quelques insuccès. Traitées par diverses compositions cuivriques, par la bouillie bordelaise, en général, les feuilles de la pomme de terre, lavées par les eaux météoriques, ont abandonné la plus grande partie de l'agent préservateur qu'elles avaient reçu, et sur ces feuilles ainsi dégarnies, le champignon parasite s'est développé en liberté; la récolte a été perdue.

A la suite de ces accidents, M. Girard a recherché si, parmi les compositions cuivriques proposées pour combattre les maladies parasitaires des plantes, de la pomme de terre par exemple, il en est qui possèdent une faculté d'adhérence aux feuilles particulièrement remarquable, et sur l'effet utile desquelles on pourra, par conséquent, compter plus particulièrement aussi. Les résultats qu'il a obtenus démontrent :

1° Que les compositions cuivriques proposées pour combattre la maladie de la pomme de terre ont des facultés d'adhérence aux feuilles très différentes;

2° Que c'est sous l'action des pluies violentes surtout, et par entraînement mécanique, que le cuivre disparaît en partie;

3° Que, parmi ces compositions, celle qui fléchit le plus est la bouillie cupro-calcaire, dite bouillie bordelaise; que la diminution de la proportion de chaux en augmente un peu la solidité; qu'enfin, l'addition des composés alumineux ne produit pas d'amélioration sensible;

4° Que la bouillie cupro-sodique, d'une part, la bouillie au verdet, d'une autre, ont une faculté d'adhérence presque double de celle que possèdent les bouillies précédentes, et que par-dessus toutes les autres, la bouillie cupro-calcaire sucrée de M. Michel Perret résiste à l'action des pluies avec une force inattendue.

C'est donc à l'une ou à l'autre de ces trois compositions, de préférence à cette dernière, que, suivant leurs convenances personnelles, devront s'adresser, dorénavant, les cultivateurs soucieux de garantir leurs champs de pommes de terre contre la maladie.

Mathématiques. — *Sur une extension du théorème de Sturm.* Note de M. PHRAGMEN, présentée par M. Hermite.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Le Marché financier en 1891, par Arthur RAFFALOVICH, correspondant de l'Institut. — Guillaumin et Cie, éditeurs, Paris, 1892.

M. Arthur Raffalovich vient de publier une esquisse du Marché financier pendant l'année 1891. Dans cet ouvrage, qui fait suite à ceux qu'il a déjà publiés pour les années 1888, 1889 et 1890, l'auteur a recueilli et coordonné un certain nombre de faits importants, qui se trouvent dispersés dans des documents officiels ou dans des publications périodiques, et dont la recherche exigerait beaucoup de temps. Le lecteur y trouvera en particulier une série de renseignements fort utiles sur le marché de Paris, ou ceux de Londres et de New-York, sur les marchés allemand, autrichien, italien et russe, sur la crise financière en Suisse, sur l'Espagne et le Portugal, sur l'escompte et les métaux précieux, etc.

L'auteur a fait cette année une part plus large à la question de l'argent, telle qu'elle se présente aux Etats-Unis, et à la condition économique et financière de la Russie. Comme introduction, il a donné une intéressante étude sur les rapports de l'Etat et de la Bourse.

T.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Petit manuel d'installation de la lumière électrique. L'éclairage électrique chez soi, par H. B. DE LAQUEUILLE. 1 vol. in-18 illustré. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **1** fr. **50.**

Principes d'assainissement des habitations et des villes, par P. PIGNAN, Ingénieur des Arts et Manufactures et architecte. 1 vol. grand in-4°. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **5** francs.

Traité élémentaire d'électricité pratique, par R. BOULVIN. 1 vol. in-12 illustré. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **7** fr. **50.**

Les moteurs hydrauliques actuels. Traité théorique et pratique, par J. BUCHETTI, Ingénieur civil. 2 vol. in-4° illustrés avec atlas de planches hors texte. — Chez l'auteur, Paris. — Prix : **60** francs.

Sur la Théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré, par Léon AUTOUNE, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Docteur ès sciences mathématiques. 1 vol. grand in-8°. — G. Masson, éditeur, Paris. — Prix : **9** francs.

Les chemins de fer à crémaillère, par Lévy LAMBERT, Ingénieur civil. — Asselin et Houzeau, éditeurs, Paris. — Prix : **15** francs.

Cartes commerciales du Honduras et du Salvador. — Librairie Chaix, Paris.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 21. N° 510. Samedi 26 Mars 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Grue Titan du port de Leixoès (Portugal) (*pl. XXII*), p. 337; G. L. Pesce. — **Mécanique** : Moteur rotatif Cloarec, p. 339; O. Boulet ; — Câble aérien transporteur, p. 340; Ch. Beylier. — **Études économiques** : Les caisses d'épargne en France et à l'étranger (*suite et fin*), p. 343; Paul Linder. — **Chemins de fer**. Les nouveaux tarifs de grande vitesse des grandes Compagnies de chemins de fer, p. 345; G. Féolde; — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 347 ; H. Heude. — **Correspondance** : Application de la loi du 11 juin 1880 à une demande en concession de tramways, p. 350 ; Therel ; — Elasticimètre Neel et Clermont, p. 351 ; L. Neel ; — Sur les déformations élastiques des arcs, p. 351 ; F. Chaudy. — **Informations** : Société pour l'étude de la participation aux bénéfices, p. 351 ; — Bateau de sauvetage Sims-Edison, p. 351 ; — Nouveau système de couverture, p. 351 ; — Académie des Beaux-Arts, p. 351.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 8 février 1892, p. 352 ; G. Petit. — Société internationale des électriciens, séance du 3 février 1892, p. 352; Alsa.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 352.

Planche XXII : Grue Titan du port de Leixoès (Portugal).

TRAVAUX PUBLICS

GRUE TITAN DU PORT DE LEIXOÈS (PORTUGAL)

(Planche XXII.)

Pour construire les jetées du port de Leixoès, près de Porto (Portugal), l'entreprise Duparchy et Bartissol employa en 1886 une grue Titan, construite par la Compagnie de Fives-Lille.

Avec cet appareil on a pu immerger des blocs de 50 tonnes à une distance de 29 mètres du centre de rotation de l'appareil, et des blocs de 15 tonnes en wagons chargés, ayant le même poids, à une distance de 44 mètres à partir du même point.

L'appareil se composait :

1° D'une partie tournante en fer recevant à sa partie supérieure le chemin de roulement du chariot de translation de la charge ;

2° D'un pivot central autour duquel s'opérait le mouvement d'orientation de l'appareil ;

3° D'un chevalet en fer recevant la partie tournante ;

4° De quatre groupes de galets d'orientation montés sur balanciers et supportant la partie tournante ;

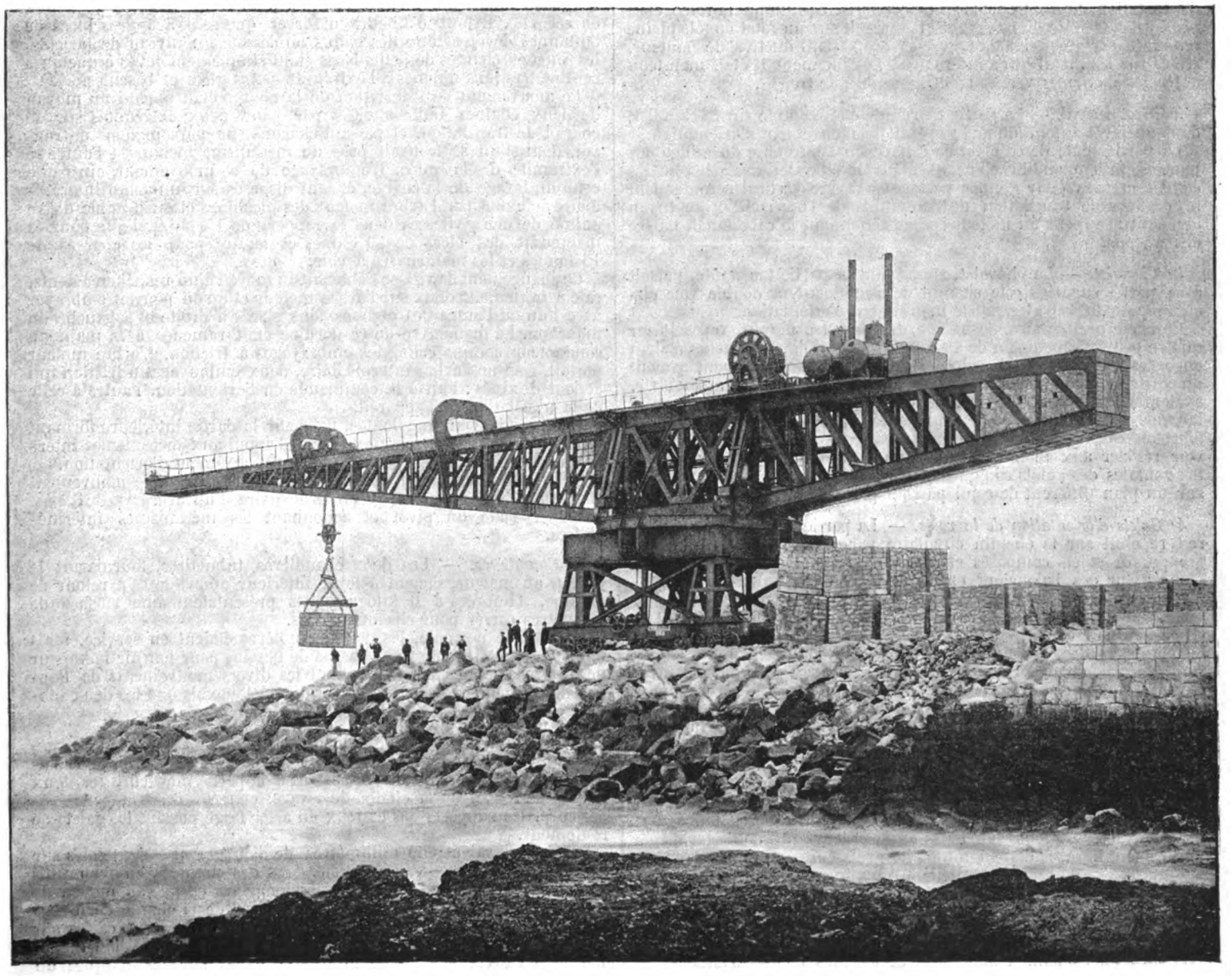


Fig. 1. — Grue Titan du port de Leixoès (Portugal). (D'après une photographie.)

Digitized by Google

5° De huit groupes de galets de translation montés sur balanciers et supportant le chevalet ;

6° D'une machine motrice à deux cylindres, à détente fixe, d'une puissance de 25 à 30 chevaux, actionnant les divers mécanismes de l'appareil ;

7° De deux chaudières tubulaires à foyer intérieur et retour de flamme, chacune de 26 mètres carrés de surface de chauffe ;

8° D'un chariot portant la charge et roulant sur les poutres de la partie tournante, du crochet de suspension et des chaînes d'élinguage disposées pour être facilement attelées aux wagons ;

9° D'un cabestan à vapeur pour le halage des wagons, disposé contre l'une des palées du chevalet.

1° Partie tournante. — La partie tournante avait une longueur totale de 68m 75, dont 46 mètres pour la volée et 22m 75 pour la culasse. Les deux poutres qui la composaient étaient en caisson de hauteur variable.

Elles avaient 5m 50 au milieu, 0m 800 à l'extrémité de la volée et 3m 100 à l'extrémité de la culasse, leur distance d'axe en axe était de 2 mètres. Du côté de la volée, les tables, ayant 750 millimètres de largeur, recevaient à leur partie supérieure les rails formant le chemin de roulement du chariot. Sur une longueur de 30 mètres, à partir du centre de rotation, les poutres étaient constituées de manière à supporter, en outre de leur propre poids, le chariot chargé d'un bloc de 50 tonnes. La partie complémentaire présentait des dimensions plus faibles et en rapport avec la charge à supporter, qui ne devait pas dépasser 15 tonnes.

Les deux poutres étaient entretoisées à leurs extrémités et en divers points de leur longueur. Du côté de la volée, l'entretoise extrême était en tôle pleine et servait en même temps de point fixe à la chaîne de levage et de support pour les axes des pignons de renvoi des chaînes Galle de translation du chariot. Sur le parcours du chariot, les poutres étaient seulement reliées à leur partie supérieure au moyen de deux entretoises en arc, laissant entre elles et le dessus des tables une hauteur suffisante pour le passage des galets de roulement. L'une de ces entretoises était disposée au point correspondant à la partie extrême des blocs de 50 tonnes et l'autre à la naissance du contreventement horizontal de la membrure supérieure. Enfin, dans la partie médiane, les poutres étaient très solidement reliées au droit du pivot et des deux arcades en tôle supportant les quatre groupes de galets d'orientation. Le contrepoids en maçonnerie, équilibrant la volée, était placé à l'extrémité de la culasse. Il reposait sur un fond en tôle pleine renforcée par une série de traverses de 300 millimètres de hauteur, rivées sur les membrures inférieures. Latéralement il était maintenu entre les montants verticaux et les barres de treillis.

2° Pivot central. — La partie tournante était centrée sur le chevalet, dans un pivot autour duquel s'opérait le mouvement d'orientation.

La partie mâle de ce pivot était fixée sur l'entretoise du milieu des poutres, la crapaudine étant fixée sur le chevalet. Ces deux pièces étaient creuses pour donner passage à l'arbre vertical commandant les organes de translation de l'ensemble de l'appareil et au tuyau amenant la vapeur au moteur spécial actionnant le cabestan de halage des wagons.

3° Chevalet. — Le chevalet, supportant la partie tournante, portait à sa partie supérieure le chemin de roulement, à double voie circulaire, sur lequel s'opérait le mouvement d'orientation.

Ce chemin circulaire, de 9m 200 de diamètre moyen, reposait sur quatre poutres en caisson de 1m 400 de hauteur, dans lesquelles étaient engagées les palées du chevalet. Les deux voies de roulement avaient un écartement de 0m 700 d'axe en axe ; leurs rails, de forme trapézoïdale, avaient 50 millimètres d'épaisseur moyenne et 160 millimètres de largeur. Ils étaient fixés sur deux poutres circulaires à parois pleines entretoisées à la partie supérieure et à la partie inférieure afin de pouvoir résister aux moments de torsion déterminés par les poussées horizontales des galets coniques et par les charges verticales agissant sur un plan différent de celui passant par les appuis.

4° Galets d'orientation de la volée. — La partie tournante de l'appareil reposait sur le chemin circulaire par l'intermédiaire de quatre groupes de galets composés chacun de quatre galets en acier coulé montés sur des balanciers en acier forgé. Ces galets, d'un diamètre moyen de 800 millimètres et de 180 millimètres de largeur de jante, roulaient sur la double voie circulaire établie sur le chevalet et reportaient sur ce dernier les réactions dues à l'action de la charge, à celle des contrepoids et du poids propre de l'appareil. Cette disposition spéciale de galets montés sur balancier avait pour but d'assurer la répartition parfaite de la charge sur un grand nombre de points, sans recourir à l'emploi de ressorts, dont l'application aurait pu présenter des inconvénients, vu les efforts considérables qu'ils auraient eu à supporter.

Les galets étaient accouplés deux à deux sur un même balancier, et les deux balanciers d'un même groupe étaient, à leur tour, montés sur un balancier unique, dont l'axe d'articulation était fixé sur un support en fonte solidement relié aux poutres de la partie tournante. Les galets étaient fous sur leurs axes, et leurs moyeux, garnis de douilles en bronze, étaient munis de graisseurs, afin d'assurer un bon graissage, condition essentielle à remplir, vu les pressions relativement considérables qui agissent sur les surfaces frottantes.

5° Galets de translation de l'ensemble de l'appareil. — La disposition de galets montés sur balanciers, dont nous venons de donner la description, a été également appliquée, et avec les mêmes avantages, à la translation de l'ensemble de l'appareil ; seulement, dans ce dernier cas, on a employé huit groupes de quatre galets de 0m 850 de diamètre et 0m 135 de largeur de jante.

Ces galets étaient munis de bandages en acier embattus sur des centres en fonte, dont les moyeux étaient garnis de douilles en bronze et de trous de graissage. Le mouvement était transmis aux galets au moyen de chaînes Galle actionnées par des mécanismes commandés par la machine motrice établie sur les poutres de la partie tournante. Ce mode d'action, qui était une conséquence de l'emploi des balanciers, présentait sur les engrenages employés ordinairement, l'avantage de se prêter aux légers déplacements des galets, par suite des dénivellements possibles de la voie.

6° Moteur et mécanismes. — Le moteur et les mécanismes actionnant les divers mouvements de l'appareil étaient établis à la partie supérieure des poutres. La machine à vapeur était à deux cylindres à détente fixe, d'une puissance de 25 à 30 chevaux. Les cylindres avaient 280 millimètres de diamètre, et les pistons 500 millimètres de course.

Ce moteur permettait d'obtenir les mouvements suivants :

1° Levage et descente de la charge ;
2° Orientation de la volée ;
3° Translation de la charge ;
4° Translation de l'ensemble de l'appareil.

Tous ces mouvements étaient obtenus par l'intermédiaire d'embrayages coniques à friction et à changement de marche, dont les leviers de manœuvre étaient groupés en un même point et de telle sorte que le conducteur pût, sans changer de place, faire effectuer à l'appareil toutes les opérations nécessaires au levage et à l'immersion des blocs.

Ces divers mouvements pouvaient d'ailleurs être obtenus simultanément ou isolément, dans un sens ou dans l'autre, et sans qu'il fût nécessaire d'arrêter le moteur.

Le tambour de la chaîne de levage était directement actionné par une vis sans fin engrenant avec une couronne à denture héliçoïdale calée sur le tambour. Les conditions d'établissement de ces organes étaient telles que le travail du frottement de la vis et de son palier de butée était toujours un peu supérieur à celui de l'élévation ; de cette manière, la vis sans fin constituait un arrêt permanent et assuré de la charge pendant les mouvements de translation ou d'orientation. La descente du fardeau se faisant avec la machine était beaucoup plus lente qu'avec l'emploi d'un frein, mais on y gagnait en sécurité. Il faut d'ailleurs observer que seuls les gros blocs de 50 tonnes devaient être descendus au-dessous du niveau de la jetée, les wagons chargés de petits blocs étant simplement levés à quelques centimètres puis amenés à l'extrémité des poutres et basculés.

Le mouvement de translation de la charge était obtenu au moyen de deux chaînes Galle attelées par leurs deux extrémités sur le chariot de translation, et passant chacune sur deux pignons de renvoi, dont l'un se trouvait près du mécanisme moteur et l'autre à l'extrémité de la volée. L'embrayage de ce mouvement, ainsi que celui du levage de la charge, étaient disposés sur un arbre intermédiaire actionné par l'arbre moteur des machines et susceptible d'être animé de deux vitesses dans le rapport de 1 à 2 1/2, l'une pour la manœuvre des blocs de 50 tonnes et l'autre pour les charges de 15 tonnes et les manœuvres à vide.

Ce changement de vitesse s'obtenait au moyen d'un manchon à dents, calé à frottement doux sur l'arbre moteur et qu'on pouvait embrayer avec l'un ou l'autre des pignons fous placés à droite et à gauche du manchon. La manœuvre de ce dernier était ramenée à la main du conducteur comme celle des embrayages à friction. L'arbre moteur portait, comme l'arbre intermédiaire, deux embrayages à friction qui étaient destinés : l'un à la commande de l'orientation, l'autre à celle de la translation de l'appareil.

Une grande couronne dentée, fixée sur la partie intérieure formant le chemin circulaire, servait de point d'appui aux mécanismes intermédiaires aboutissant à l'embrayage du mouvement d'orientation.

Quant à la translation de l'ensemble de l'appareil, le mouvement était transmis aux galets par l'intermédiaire d'un arbre vertical passant par l'axe du pivot et actionnant les mécanismes intermédiaires.

7° Chaudières. — Les deux chaudières tubulaires, fournissant la vapeur au moteur, étaient à foyer intérieur amovible et à retour de flamme. Timbrées à 6 kilogr., elles présentaient une surface de 26 mètres carrés pour chacune d'elles.

En marche normale, les deux chaudières étaient en service, mais l'une d'elles était suffisante, en cas de besoin, pour fournir la vapeur nécessaire à la machine actionnant les divers mouvements de l'appareil et à celle du cabestan, étant donné toutefois que les deux moteurs n'avaient pas à fonctionner simultanément.

8° Chariot de translation de la charge. — Le chariot portant la charge, et roulant sur les poutres de la partie tournante de l'appareil, se composait d'un châssis en tôle supportant à la partie inférieure les deux poulies de renvoi de la chaîne de levage, et recevant, à la partie supérieure, les supports des essieux en acier forgé portant les galets de roulement.

Les galets avaient 850 millimètres de diamètre et étaient calés sur les essieux. Ces derniers tournaient dans des supports en fer munis de douilles en bronze et fixés sur les longrines en tôle au moyen de boulons en acier forgé. Les poulies de renvoi de la chaîne de levage avaient 1m 250 de diamètre. Ces poulies étaient également calées sur leurs axes en acier, dont les extrémités étaient appuyées sur des douilles en fonte garnies de bronze et fixées sur les flasques du chariot.

Digitized by Google

L'appareil de suspension de la charge comprenait : le crochet en fer forgé, la poulie de renvoi de 1m 250 de diamètre, semblable à celles du chariot, et les chaines d'élinguage disposées pour être facilement attelées aux wagons et aux blocs.

9° Cabestan. — Les manœuvres des wagons, avant et après l'immersion des blocs, s'effectuaient au moyen d'un cabestan à vapeur actionné par une petite machine spéciale. Cet appareil était installé sur la palée du chevalet du côté opposé au mur protégeant la jetée. Ce cabestan était à double puissance et capable d'exercer sur le garant un effort de 2 000 kilogr. à une vitesse de 0m 40 par seconde et un effort de 500 kilogr. à une vitesse de 1m 20. Des poulies de renvoi convenablement placées sur le corps de l'appareil et sur la jetée facilitaient les opérations du halage.

Stabilité de l'appareil. — Les conditions d'équilibre de la partie tournante sur son chemin de roulement ont été examinées pour le cas où la volée serait chargée d'un bloc de 50 tonnes à 29 mètres de l'axe de rotation, tout en étant soumise en outre au poids propre des poutres. On s'est assuré également que lorsque l'appareil est à vide, le moment du contrepoids et des poutres de culasse est inférieur à celui du poids propre de la volée.

L'épure indiquée par la figure 3 de la planche XXII permet d'établir les conditions d'équilibre dans les deux cas.

1° Stabilité sous charge. — Moments, côté du contrepoids :

kilogr.		mèt.		mk.	
78.000	×	23,50	=	1.833.000	
45.995	×	17,00	=	781.915	
12.017	×	13,80	=	165.835	
60.184	×	8,00	=	481.472	
56.718	×	4,00	=	226.872	
252.914					3.489.094mk

Moments, côté de la charge :

kilogr.		mèt.		mk.	
6.155	×	40,00	=	246.200	
4.880	×	33,50	=	163.480	
7.965	×	28,00	=	223.020	
60.688	×	25,00	=	1.517.200	
58.370	×	11,60	=	677.092	
138.058					2.826.992
				Différences des moments. . .	662.102mk

La résultante passe donc à une distance des appuis d'avant égale à

$$x = \frac{662.102}{252.914 + 138.058} = 1^{m}690$$

et des appuis d'arrière à $8^{m} - 1^{m}690 = 6^{m}310$.

La réaction sur les appuis d'avant est :

$$\frac{390.972 \times 6,31}{8} = 308.379$$

2° Stabilité à vide. — Le moment des charges du côté du contrepoids est le même que dans le cas précédent,

soit. 3.489.094mk

Du côté de la volée, on a :

kilogr.		mèt.		mk.	
6.155	×	40,00	=	246.200	
4.880	×	33,50	=	163.480	
7.965	×	28,00	=	223.020	
58.370	×	11,60	=	677.092	
77.370					1.309 792
				Différence.	2.179.302mk

On a par suite :

$$x = \frac{2.179.302}{252.924 + 77.370} = 6^{m}598$$

La réaction sur les appuis d'arrière est :

$$\frac{330.284 \times 6,598}{8} = 272.000$$

Il y a lieu de remarquer que la stabilité s'augmente dans les deux cas de tout le poids du chevalet agissant avec un bras de levier de 4 mètres, cette partie de la construction étant reliée à la partie tournante par l'intermédiaire du pivot central.

Le poids du chevalet étant d'environ 120 000 kilogr., c'est un moment de stabilité de 120 000 × 4,00 = 480 000 qui viendrait s'ajouter en cas d'accident à celui qui résulte des conditions d'équilibre de la partie tournante considérée comme isolée.

Durée des manœuvres. — Les mécanismes de levage et de translation de la charge étaient pourvus de deux vitesses, l'une correspondant à la charge maximum de 50 tonnes, l'autre pour les wagons chargés de 10 tonnes.

La translation de l'appareil et l'orientation de la partie tournante s'effectuaient toujours à la même vitesse, les efforts à transmettre pour ces deux mouvements étant sensiblement les mêmes pour l'appareil en charge ou à vide.

Pour toutes les manœuvres sous charge, soit avec la petite vitesse, soit avec la grande, l'allure de la machine motrice était d'environ 50 tours par minute; mais cette vitesse était sans inconvénient, portée à 80 tours par minute pour les manœuvres à vide.

Les vitesses étaient pour les divers mouvements de l'appareil :

	Petite vitesse	Grande vitesse
Levage de la charge	0,0083	0,020
Descente de la charge	0,015	0,032
Translation de la charge	0,150	0,36
Orientation	0,100	
Translation de l'ensemble de l'appareil	0,100	
Levage du crochet à vide		0,032
Translation du chariot à vide		0,580

La durée des manœuvres était :

Levage de la charge à 0m 200 de hauteur au-dessus du sol	30″	Blocs de 50 tonnes.
Descente du bloc à une profondeur moyenne de 8 mètres.	550″	
Relevage du crochet » vide	250″	
Accrochage et décrochage	150″	
	980″	

soit 16 minutes 20 secondes.

La translation de la charge, aller et retour, et les mouvements d'orientation pouvaient s'effectuer en même temps que la descente du fardeau et le relevage à vide du crochet.

Levage à 0m 200 de hauteur au-dessus du sol	10″	Blocs de 50 tonnes.
Transport horizontal à une distance moyenne de 39 mètres du point de départ	95″	
Déchargement par basculement	5″	
Retour du chariot à vide	50″	
Descente du wagon sur la jetée	40″	
Accrochage et décrochage	40″	
	240″	

soit 4 minutes.

Cette Grue-Titan a fonctionné depuis 1886 sans donner lieu à aucune critique, tant au point de vue de sa bonne construction que de son fonctionnement.

G. L. Pesce,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

MOTEUR ROTATIF CLOAREC

De très intéressantes expériences se font en ce moment dans les ateliers de MM. Rouart frères et Cie, sur un nouveau moteur rotatif, dont M. Cloarec est l'inventeur.

MM. Rouart ont construit deux appareils: l'un simple, l'autre Compound.

Il y a longtemps qu'on cherche un moteur rotatif, *vraiment pratique*, car ses applications seraient multiples, et celui présenté par M. Cloarec, reposant sur un système nouveau et des plus ingénieux, nous semble résoudre la question.

Les dessins (Fig. 1 et 2) représentent un moteur d'un cheval à l'échelle de 1/3 de l'exécution.

Cette machine est remarquable surtout par sa simplicité; elle se compose d'un cylindre fixe A, à l'intérieur duquel tourne un autre cylindre plus petit B, qui lui est tangentiel. L'espace libre compris entre ces deux cylindres est le champ d'action de la vapeur transmettant le mouvement à l'arbre moteur C au moyen de deux ailettes D et D'.

Ces deux ailettes traversent le petit cylindre mobile B sur deux génératrices diamétralement opposées : l'une, D', est calée sur l'arbre moteur C, et l'autre, D, est à frottement doux sur cet arbre.

La partie tangentielle E des deux cylindres, la périphérie des ailettes, les rainures du cylindre mobile, sont garnies de touches à ressorts pour maintenir l'étanchéité.

Ce dispositif est absolument nouveau et ne comporte d'autre organe délicat que les touches à ressorts, dont l'analogie avec les segments des pistons à vapeur des machines ordinaires ne laisse aucun doute sur leur bon fonctionnement.

Un robinet spécial R permet, à volonté, le changement de marche et distribue la vapeur d'action en même temps qu'il évacue la vapeur d'échappement par une enveloppe du cylindre A.

Il ne paraît guère possible de trouver un moteur présentant une aussi grande simplicité d'organes.

Une des particularités de ce dispositif, c'est que, dans une révolution, la vitesse linéaire des extrémités des ailettes-pistons est variable. Ces deux ailettes-pistons, placées sur un même diamètre suivant la ligne des centres des cylindres, forment entre elles un angle variant d'amplitude suivant la position occupée sur la circonférence.

Le graphique des phases d'une révolution montre que la vapeur est introduite à pleine pression pendant un peu plus d'une demi-révolution; mais pendant la première période d'introduction, la vapeur agit sur une ailette D', derrière laquelle est emprisonnée la vapeur introduite dans la phase précédente. Cette vapeur emprisonnée se détend d'abord et se comprime ensuite pendant la rotation, par suite de la variation de la section d'action des ailettes et de leurs vitesses linéaires différentielles.

En d'autres termes, la vapeur agit sur un piston de surface variable, ce qui semblerait indiquer que dans chaque rotation le travail transmis est aussi variable; mais en suivant sur le graphique l'action de la vapeur sur les ailettes, on constate que l'effort transmis

Digitized by Google

est presque constant pendant toute la durée d'une révolution, condition très favorable à la régularité de marche.

On évite la contre-pression due à la diminution du volume de la chambre de vapeur emprisonnée entre les deux ailettes, en pratiquant dans le cylindre fixe une ou plusieurs rainures partant du point de la circonférence où la chambre commence à diminuer, et aboutissant à l'orifice d'échappement, c'est-à-dire en donnant de l'avance à l'échappement.

Le petit nombre des organes et leur simplicité de forme sont les éléments d'une construction facile, simple et peu coûteuse.

Le fonctionnement de ces organes présente très peu de chances d'usure, ce qui assure une durée considérable.

En résumé, le moteur Cloarec constitue un réel progrès sur les machines rotatives connues; il présente surtout l'avantage d'une détente partielle de la vapeur, d'où une économie relative de consommation, et une uniformité des efforts sur les ailettes assurant une parfaite régularité de marche.

En outre, la simplicité des organes en fait un moteur essentiellement pratique, robuste et exempt des soins d'entretien des moteurs ordinaires.

Les applications à la vapeur, à l'eau, etc., d'un petit moteur pratique et bon marché, sont tellement nombreuses, que tout laisse prévoir l'adoption rapide du moteur Cloarec dans l'industrie.

O. BOULET,
Ingénieur civil.

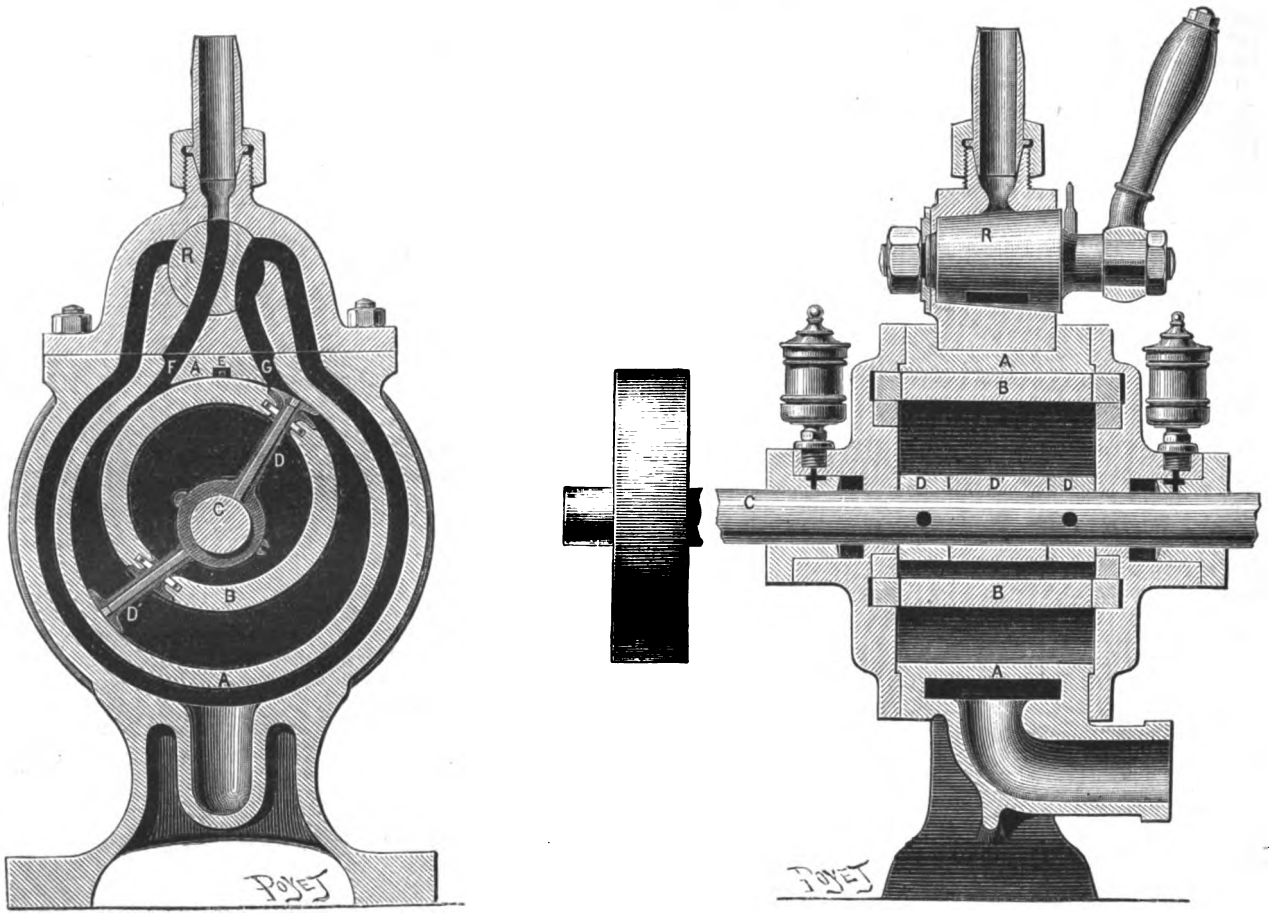


FIG. 1 et 2. — Coupes transversale et longitudinale du moteur rotatif Cloarec.

CABLE AÉRIEN TRANSPORTEUR

Dans son numéro du 5 octobre 1883 (1) le *Génie Civil* a décrit une double installation de câble aérien transporteur automoteur établie près de Grenoble en 1874 par MM. Brenier et Neyret, constructeurs-mécaniciens dans cette ville, pour le service des carrières à ciment de la maison Dumolard et Viallet. Depuis cette époque, de nombreuses applications de ce mode de transport ont été faites par ces constructeurs, en particulier pour les travaux des nombreux forts que le Génie militaire a exécutés ou fait exécuter dans le Dauphiné et la Savoie, pour la défense des Alpes.

Parmi les installations les plus intéressantes, nous citerons celles du fort du Mont, à Albertville, du Montperché, à Aiguebelle, du Barbonnet, à Sospel, les trois intallations du Replaton et du Sappey, à Modane, celle de Tournoux, à la Condamine, etc.

Cette dernière installation est particulièrement remarquable, car elle est unique en son genre par son importance, la hardiesse avec laquelle elle a été conçue, et enfin les bons résultats qu'elle a donnés. Nous nous proposons de la décrire sommairement, nous attachant surtout à bien préciser le côté pratique et économique de ce mode de transport et à montrer quels résultats remarquables on peut obtenir avec une installation d'un prix modéré et qui peut être facilement amortie pendant la durée des travaux.

Le fort de Tournoux est placé sur une arête qui s'élève presque à pic au-dessus du village de la Condamine (Hautes-Alpes), avec une différence de niveau de 465 mètres environ. Le problème consistait à amener à pied d'œuvre tous les matériaux, pierres de taille, sable, chaux, ciment, bois, eau, etc., nécessaires à la construction du fort. Une route de huit kilomètres permettait, au moyen de nombreux lacets, d'arriver sur les lieux; mais on ne pouvait songer à s'en servir pour alimenter les divers chantiers du fort : les matériaux rendus à pied d'œuvre fussent revenus à un prix beaucoup trop élevé. Il fallait donc assurer le transport quotidien, en dix heures de travail, de 50 tonnes environ de matériaux de toute nature, du fond de la vallée à la crête sur laquelle devait s'élever le fort.

Différence de niveau entre les recettes. . .	465 mètres.
Distance horizontale	703 —
Longueur des câbles porteurs.	843 —
Poids à élever en dix heures	50.000 kilogr.

En partant de ces données et après examen des lieux, le système du câble aérien transporteur adopté a été celui dit à mouvements alternatifs, avec moteur à vapeur à la recette inférieure et sans aucun support intermédiaire, le profil du terrain ne permettant pas d'en placer. Ce système consiste en deux câbles porteurs fixes tendus entre les recettes et un câble tracteur sans fin, auquel sont fixées deux bennes, et qui fait la navette entre les recettes. Le premier avantage de ce système était évidemment d'avoir le moteur à la recette inférieure, de manière à ne transporter par le câble ni combustible, ni eau d'alimentation, etc., et de permettre par conséquent un tonnage utile plus considérable.

Pour arriver au tonnage de 5 000 kilogr. à l heure, avec des charges de 500 kilogr. par voyage, auxquelles on s'était arrêté, il fallait faire dix voyages à l'heure, ce qui donnait pour chaque voyage, y compris chargement et déchargement, une durée de cinq minutes, soit quatre minutes environ pour le trajet lui-même. Cette durée correspond à une vitesse du câble tracteur de 3m50 par seconde, qu'il a été facile d'atteindre au moyen de la locomobile de 15 chevaux, employée comme moteur.

Nous n'entrerons pas dans le détail des calculs qui ont permis de déterminer les diamètres des câbles porteur et tracteur. Ils ont conduit, pour avoir un coefficient de sécurité suffisant, à donner aux câbles porteurs un diamètre de 0m306 et 0m144 au câble tracteur. Ces câbles sont, les uns et les autres, en fil d'acier à grande résistance; ils sont formés de six torons contenant chacun six fils, soit trente-six fils par câble, avec âme en chanvre. Les porteurs sont amarrés à la recette supérieure à une forte pièce de bois qui fait elle-même partie de la charpente de cette recette. A la recette inférieure, l'extrémité de chacun d'eux vient s'enrouler sur un treuil

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VII n° 24, p. 369.

Digitized by Google

fixé à la charpente, qui permet de donner aux câbles la tension nécessaire. Le câble tracteur est sans fin ; à la recette inférieure, il passe dans la gorge de la poulie motrice, qui reçoit son mouvement de la locomobile, laquelle attaque une poulie commandant elle-même la poulie à gorge. A la recette supérieure, le tracteur passe également dans la gorge d'une poulie qui sert à la fois de tendeur et de poulie de retour. A cet effet, elle est montée sur un chariot en bois qui peut coulisser sur des pièces de la charpente disposée pour cela. La tension est donc donnée au câble tracteur par ce chariot, que l'on fait mouvoir sur ses guides au moyen d'une vis mise en mouvement par un volant à main.

Les recettes ont été étudiées au double point de vue de la solidité et de la facilité du service. Elles comprennent de fortes charpentes faites de pièces de bois simplement équarries, très largement calculées pour supporter la traction considérable des câbles porteurs dont elles sont le seul point d'appui. La recette supérieure porte deux croupières sur lesquelles passent les câbles porteurs, et qui reçoivent par conséquent l'effort complet de tout le système. Ce sont des plateaux de bois dur de 300 millimètres d'épaisseur et 800 de hauteur placés de champ et très fortement boulonnés à la charpente. La figure 1 ci-jointe donne du reste la disposition générale de cette recette, qui est placée sur le bord extrême du rocher surplombant la vallée. La charpente se termine sur le devant, du côté de la vallée, par un plancher placé à 3 mètres de hauteur environ, sur lequel se tient l'homme chargé de la réception des matériaux. Deux échancrures, pratiquées dans ce plancher, permettent aux charges d'arriver à la portée de cet ouvrier, et servent en même temps, lorsqu'on ouvre le fond des bennes, à laisser passer les matériaux dans les wagons ou les tombereaux qui viennent se placer sous le plancher et qui, une fois chargés, vont distribuer les matériaux dans les divers chantiers.

La partie mécanique de cette recette est peu importante ; elle se compose seulement de la poulie de tension du câble tracteur et de son chariot, et des deux poulies-guides destinées à permettre l'entrée du câble dans la gorge de la poulie de retour.

Les charpentes de la recette inférieure sont moins importantes et beaucoup moins élevées que les précédentes. Elles comprennent d'abord un cadre vertical très fortement arcbouté (fig. 2), qui porte les treuils de tension des câbles porteurs. Ces treuils sont placés à quelques centimètres au-dessus du sol et se manœuvrent au moyen d'un levier pour permettre de tendre les câbles quand besoin est. Une seconde partie de cette charpente porte le mécanisme moteur, qui est tout entier placé sous un plancher au-dessus duquel est renvoyé le levier qui commande le frein. Enfin, devant cette charpente se trouve un pont en bois sur lequel est une voie de 50 centimètres, avec laquelle se raccordent diverses voies amenant les matériaux de toute nature. Les bennes du câble arrivent de chaque côté de ce plancher et sensiblement à sa hauteur, de manière à faciliter autant que possible le transbordement.

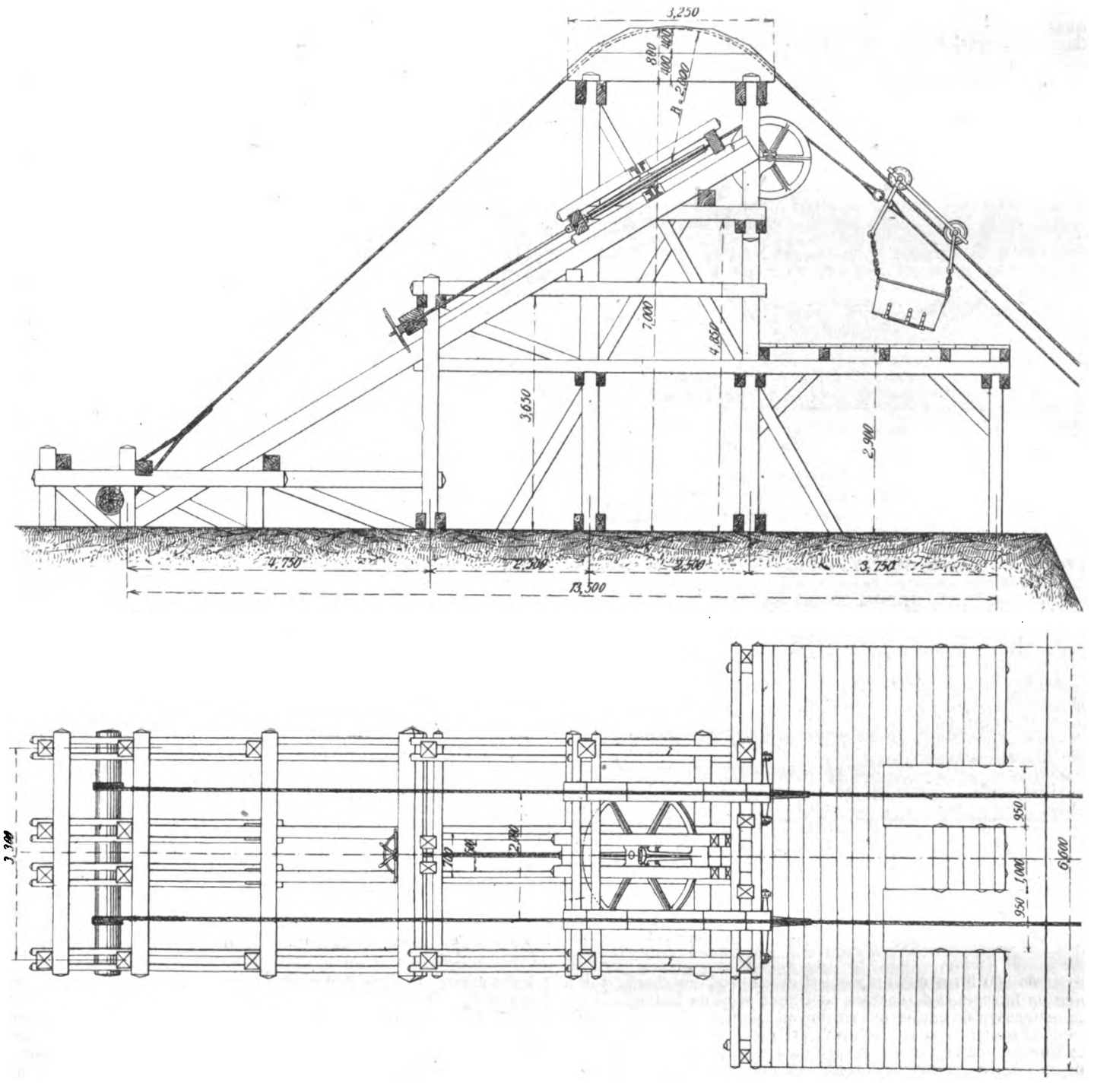


Fig. 1. — Câble aérien transporteur. — Elévation et plan de la recette supérieure.

L'installation mécanique de cette recette est plus importante. Elle comprend :

1° Les treuils de tension des câbles porteurs, qui sont à barillets en fonte montés sur axe en fer avec rochet et déclic. Ils sont montés sur deux semelles en fonte, très solidement fixées elles-mêmes à la charpente ;

Digitized by Google

2° Le mécanisme moteur composé de la poulie motrice à gorge et de la locomobile.

La poulie motrice a 2 mètres de diamètre. Elle est à gorge en bois, rapportée; cette disposition augmente l'adhérence du câble dans la gorge et permet un remplacement facile après usure. Le câble n'est en contact avec la poulie que sur une demi-circonférence, ce qui suffit pour l'entraîner, à cause de la tension qu'il supporte. Un frein claveté sur l'axe même de la poulie motrice complète cette installation et permet le blocage de tout le système, quand les bennes sont aux recettes.

Le transport des matériaux se fait dans des bennes en tôle à fond mobile en bois, suspendues par des chaînes à un chariot de roulement qui se meut sur les câbles porteurs et auquel se fixe le câble tracteur. Ce chariot se compose de deux poulies à gorge à moyeu en bronze et réservoir d'huile, réunies par une chape en fer dans laquelle tournent les axes de ces poulies. Deux tiges de suspension se terminant par des chaînes servent à réunir les bennes et le chariot.

Pour le transport de l'eau on se sert d'un tonneau en tôle, d'une capacité de 600 litres environ, que l'on suspend au chariot par le moyen de ferrures et de chaînes au lieu et place de bennes.

La manœuvre de tout ce mécanisme est aussi simple que possible. Lorsque la benne de la recette inférieure est en charge et que la recette supérieure a fait connaître par un signal quelconque (drapeau, trompe, sonnerie électrique) qu'elle est prête, l'ordre est donné au mécanicien, qui met sa locomobile en marche et le voyage s'effectue. Lorsque les bennes sont près d'arriver aux recettes, on ralentit le mouvement de la machine, et l'arrivée se fait lentement et sans choc ; l'arrêt complet est déterminé par le frein.

Le personnel nécessaire comprend :

Un mécanicien.
Un homme à la recette inférieure.
Un homme à la recette supérieure.

Coût de l'installation. — La partie mécanique de cette installation, c'est-à-dire les ferrures des recettes et les câbles, a coûté :

Mise en place	Fr.	13.000 »
Une locomobile de 15 chevaux		9.000 »
Charpentes et aménagement		8.000 »
TOTAL	Fr.	30.000 »

Prix de revient du transport. — Pour établir le prix du transport par le câble d'une tonne de matériaux, nous prendrons pour base un amortissement du matériel en trois ans, durée probable des travaux, et une campagne de 200 jours de travail chaque année, les travaux étant interrompus pendant la mauvaise saison.

Dans ces conditions, le compte de dépenses journalier de cette installation s'établit comme suit :

Amortissement de un tiers de la dépense en 200 jours, soit par jour : $\frac{10.000}{200}$ = ...	Fr.	50 »
Intérêt d'entretien, 2.000 fr. par an, soit par jour.		10 »
Charbon pour la locomobile et journée du mécanicien, ensemble		25 »
Deux hommes aux recettes à raison de 3 fr. 50 l'un.		7 »
Total des dépenses journalières.	Fr.	92 »

Cette somme se répartissant sur un transport de 50 tonnes, on voit que le prix du transport d'une tonne par le câble seront de 1 fr. 84, en ne tenant même pas compte de la valeur de l'installation une fois les travaux finis, puisque nous avons supposé l'amortissement complet.

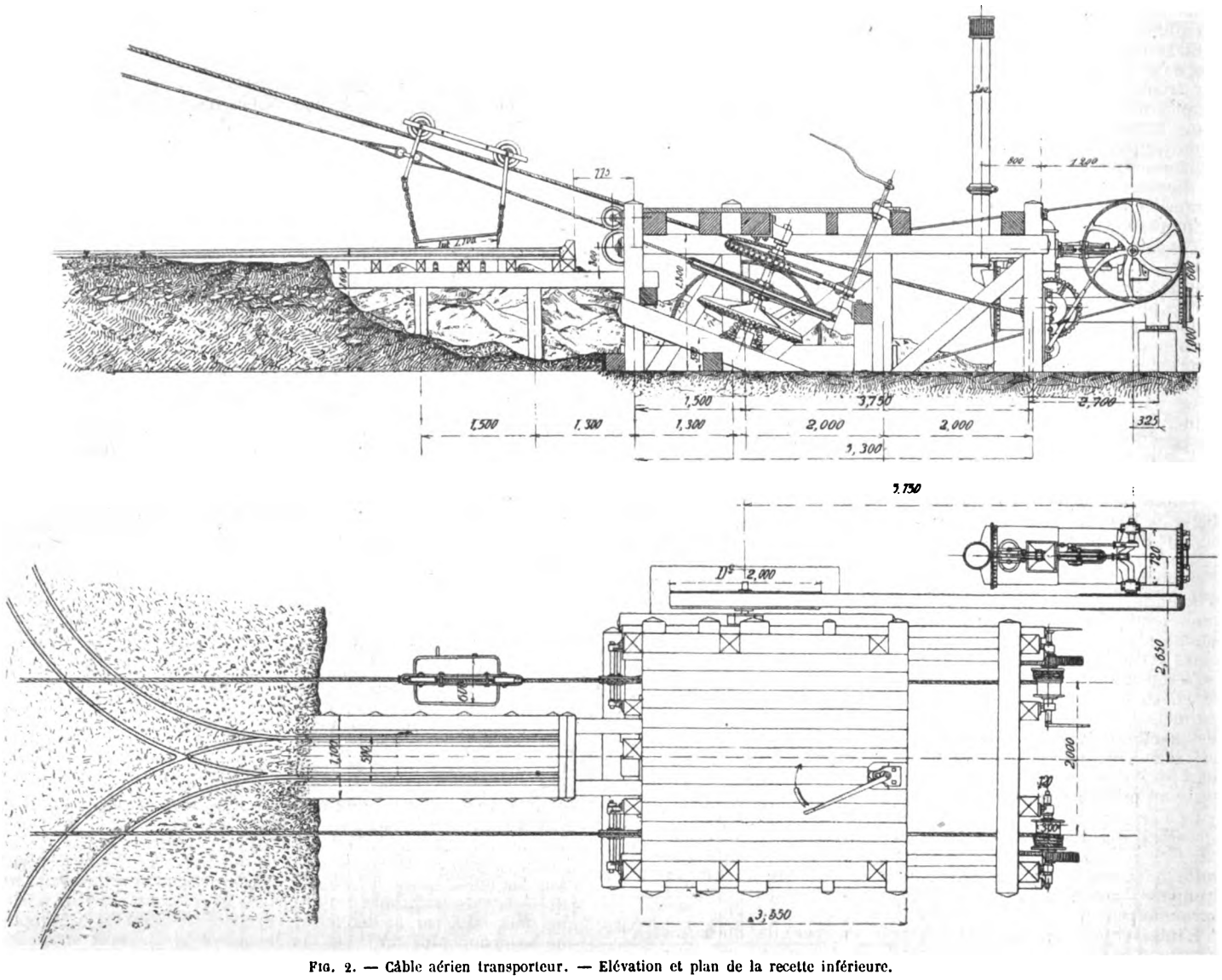


FIG. 2. — Câble aérien transporteur. — Élévation et plan de la recette inférieure.

Pour pouvoir apprécier ce prix de revient et nous rendre compte de l'économie qui a été réalisée au moyen de cette installation, nous allons établir ce qu'aurait coûté ce même transport effectué par des chevaux. Le prix du collier dans le pays est de 7 francs par jour. On admet que sur la route longue de 8 kilomètres qui monte au fort, un cheval ne peut remorquer plus de 500 kilogr. et ne fait qu'un voyage par jour. Pour arriver au tonnage utile de 50 tonnes, il aurait donc fallu environ 100 chevaux qui, au prix précédent, représentent une dépense journalière de 700 francs. Le prix de transport d'une tonne ressort donc à 14 francs.

On voit donc que l'installation du câble transporteur a permis de réaliser une économie de 12 fr. 16 c. par tonne de matériaux transportés à pied-d'œuvre. L'économie journalière est donc de $12{,}16 \times 50 = 608$ francs et pour 200 jours de travail par an, l'économie réalisée pendant une campagne est de $608 \times 200 = 121.600$ fr. Pendant les trois campagnes que doivent durer les travaux, l'économie totale sera donc de $121.600 \times 3 = 364.800$ francs, soit plus de 12 fois la valeur de l'installation.

On peut juger par ce chiffre combien est pratiquement économique une installation de câble telle que nous venons de la décrire som-

Digitized by Google

mairement, pour la construction de travaux que l'on serait tenté de croire impraticables par les moyens ordinaires. Aussi, ces installations deviennent-elles de plus en fréquentes : la maison Brenier et Neyret, qui s'en est fait une spécialité, en a toujours plusieurs en construction ou à l'étude ; elles se prêtent du reste à toutes les combinaisons et à tous les systèmes, et nous nous proposons de décrire prochainement d'autres installations partant du même principe, totalement différentes, et qui ont donné également d'excellents résultats.

CH. BEYLIER,
Ingénieur civil.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES CAISSES D'ÉPARGNE EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

(Suite et fin [1].)

INTÉRÊT DES CAISSES. — Nous avons vu précédemment que le développement des épargnes est plus considérable à l'étranger, sous le régime du libre emploi, que chez nous, avec l'adduction forcée à la dette d'Etat ; nous avons en outre constaté que le déposant ne rencontre pas dans nos caisses d'épargne tous les avantages qu'il serait en droit d'y trouver. Nous allons examiner maintenant la question du bon emploi des fonds, au point de vue des caisses elles-mêmes. Le régime français les transforme, suivant l'expression de M. Léon Say, « en simples guichets » chargés de recevoir les fonds, de les remettre au trésorier de département, qui les transmet à la Caisse des Dépôts et Consignations, laquelle, à son tour, les jette dans la dette publique ; elles n'ont aucune initiative et sont englobées dans une réglementation administrative des plus rigoureuses.

Les caisses libres, au contraire, ont, comme leur nom l'indique, liberté de placement des fonds dans les limites assignées par leurs statuts ; elles peuvent administrer, gérer elles-mêmes, avoir des réserves proportionnées aux dépôts apportés par les clients. Nous avons montré, par des documents statistiques, la différence existant à ce dernier point de vue entre nos caisses et celles qui jouissent de la liberté ; nous n'y reviendrons pas. Les hommes compétents qui sont à la tête des caisses étrangères ne sont pas là, comme chez nous, pour apporter simplement l'appui de leur nom et de leur honorabilité ; ils se préoccupent avant tout de l'intérêt des clients, agissent en conséquence, sans être entravés par un lourd mécanisme administratif, et prêtent leur concours à la création d'établissements économiques et philanthropiques.

Toutes nos caisses, cependant, ne sont pas de simples guichets. Celle de Marseille, par exemple, grâce à l'énergie et à l'infatigable activité de son président, M. Rostand, est parvenue à étendre quelque peu son rôle : un décret du 13 août 1888 lui a donné l'autorisation d'employer 160 000 francs de son fonds de dotation à la construction d'habitations ouvrières, cessibles moyennant libération par annuités ; un second décret du 4 février 1889 augmente de 20 000 francs la somme destinée à cet usage philanthropique ; il autorise en outre cette Caisse à faire des prêts hypothécaires amortissables, jusqu'à concurrence de 70 000 francs, aux ouvriers laborieux désireux de construire eux-mêmes leur habitation ; une dépêche ministérielle du mois de décembre de la même année lui permet enfin de dépenser, sans autorisation préalable, le dixième du boni de l'exercice précédent en œuvres utiles au développement de l'épargne. Telles sont les concessions obtenues par la Caisse des Bouches-du-Rhône ; mais au prix de quelles luttes et de quels efforts !

La Caisse de Lyon mérite également d'être mentionnée. En 1886, elle prête hypothécairement 150000 francs de sa réserve à une *Société civile des Logements économiques*. Cette Société s'étant transformée, par suite du succès, en Société anonyme au capital d'un million, la Caisse lyonnaise, remboursée du prêt originaire, souscrit dans l'œuvre agrandie pour 500 000 fr. d'actions.

L'intervention des caisses d'épargne en pareille matière est-elle légitime ? Sans contredit, car la sûreté du placement est absolue, la propriété foncière étant le mode le plus solide d'emploi et l'avance sur immeubles ayant le même caractère. Nous en trouvons la preuve dans l'importante étude sur la Belgique que M. Cheysson [2] a publiée récemment dans son rapport sur la Société coopérative de construction, à Marseille : *La Pierre du Foyer*. La loi belge du 7 août 1889 autorise la Caisse générale d'épargne ou de retraite à favoriser la construction ou l'achat de maisons ouvrières, par des facilités de crédit considérables. Un règlement du 31 mars 1891 fixe à 3 °/₀ le taux des prêts et avances aux sociétés anonymes ou coopératives de constructions ; il l'abaisse à 2 ½ °/₀ pour les sociétés de crédit qui, renonçant à construire et à posséder des immeubles, ont pour objet exclusif de faciliter à la classe laborieuse, au moyen d'avances sur hypothèques, la construction et l'achat de maisons hygiéniques et à bon marché, et qui limitent au maximum de 3 °/₀ du capital versé le dividende à leurs actionnaires. Le versement du dixième du capital souscrit suffit pour la constitution régulière de ces sociétés. S'il s'agit d'une société de constructions, la caisse d'épargne lui fait un premier prêt, équivalant à la moitié du capital souscrit et non versé, puis, après que la société a transformé les sommes reçues en valeurs mobilières, la caisse d'épargne, afin de lui permettre de continuer ou d'étendre ses constructions, lui avance à nouveau la moitié de la valeur de ces immeubles, et ainsi de suite [1]. Les avances aux sociétés de crédit peuvent s'élever aux trois cinquièmes de la valeur des immeubles. Les actions étant nominatives, la caisse générale d'épargne est couverte par la signature des actionnaires de la société en formation ; le contrôle préalable d'un comité de patronage lui assure d'ailleurs toute la sécurité désirable, en constatant la solvabilité des souscripteurs et la constitution légale de la société ; de plus, par les opérations d'assurances mixtes sur la vie, le remboursement des prêts est garanti à une échéance déterminée, ou à la mort de l'assuré, si elle survient avant cette échéance [2].

En quelques mois, douze sociétés de construction d'habitations ouvrières se sont déjà constituées en Belgique, et treize autres sont en voie de formation. Un pareil emploi des économies d'un peuple n'est-il pas plus sain que leur absorption exclusive dans une dette d'Etat, et mieux approprié que les secours accordés par certaines caisses à des œuvres de charité ? N'est-il pas légitime que ces économies profitent à ceux-là mêmes qui les ont faites, en améliorant leur sort par leur propre prévoyance ? Exciter l'ouvrier à l'épargne, en lui montrant dans un avenir plus ou moins éloigné la jouissance d'une demeure salubre et morale, l'accession à la propriété, la constitution d'un foyer domestique, n'est-ce pas là une œuvre régénératrice capable de combattre victorieusement l'esprit de socialisme qui souffle en notre siècle sur l'Europe entière ? Rendre propriétaires ou rentiers par le travail et l'économie le plus grand nombre possible de citoyens, c'est intéresser la nation à l'ordre et à la tranquillité, entraver les grèves, procurer au pays la richesse par la sécurité, et contribuer par là d'une manière efficace à éloigner le danger d'une révolution sociale. Ce rôle prépondérant, les caisses d'épargne ne pourront le remplir tant qu'une sage réforme ne leur aura pas donné la liberté d'action nécessaire.

INTÉRÊT DE L'ÉTAT. — Le système français, utile à une certaine époque, a fait son temps et doit être remplacé, pour les raisons précédemment indiquées, par un régime plus en rapport avec les exigences de la situation. L'établissement des caisses d'épargne est maintenant un fait accompli. En raison du rôle économique et social que ces institutions sont appelées à jouer, tout tâtonnement pour fixer des règles doit cesser, et les dépôts venant en masses compactes, il faut opter entre un régime à adduction forcée à la dette d'Etat ou un régime laissant aux caisses, sous l'action d'un contrôle sévère, la faculté d'employer leurs fonds au mieux des intérêts de leurs clients. Nous allons examiner lequel de ces deux systèmes offre le plus d'avantages à l'Etat.

Recherchons d'abord la perte qui résulte pour le Trésor du fonctionnement des caisses d'épargne tel qu'il est pratiqué. La Caisse des Dépôts et Consignations, chargée de centraliser tous les fonds de ces caisses, en place les trois quarts environ en rentes 3 °/₀ sur l'Etat ; celles-ci, au taux moyen de 95 francs, rapportent 3 fr. 157 °/₀. Sur le dernier quart restant, un peu plus de 10 millions sont placés en obligations de chemins de fer, le reste est versé au Trésor pour entrer dans la dette flottante. Celui-ci donne en échange un intérêt dont la moyenne ne s'élève pas au-dessus de 3 °/₀. Or la Caisse des Dépôts sert aux caisses d'épargne un intérêt de 3 fr. 75 °/₀, d'après la loi budgétaire du 26 décembre 1890 ; d'où un déficit, exclusivement supporté par l'Etat, dont la Caisse des Dépôts et Consignations est un organe.

On se demandera sans doute quel intérêt si grand peut avoir le Gouvernement à s'imposer une semblable perte. Aucun évidemment, mais il trouve là un moyen si facile de se procurer rapidement et sans contrôle des ressources illimitées, qu'il se laisse entraîner à la tentation, et comme la pente est glissante, la dette flottante s'élève graduellement au delà de toute limite raisonnable, car la dette étant exigible à vue, l'Etat, faute de ressources disponibles, s'est trouvé à différentes reprises dans ces dernières années, obligé d'en consolider une partie par des emprunts nouveaux.

On ne saurait envisager sans inquiétude la situation périlleuse dans laquelle, en cas de crise, le Gouvernement se trouverait engagé, par le fait de sa propre imprudence. Sans doute, certains prêts, tels que ceux faits par la Banque de France, ne seraient à rembourser que beaucoup plus tard, cet établissement si puissant étant appelé, comme en 1870, à prêter au Trésor son stock monnayé et son crédit ; mais d'autres fonds, tels que ceux des Caisses d'épargne, seraient immédiatement exigibles, et pour les rembourser l'Etat devrait décréter le cours forcé et suspendre les paiements ou les échelonner.

Confier trop d'argent à l'Etat est un danger pour lui, parce qu'il est tenté de le dépenser ; il lui est également nuisible de servir *à perte*, aux Caisses d'épargne, l'intérêt qui leur est légalement dû. Ce

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 20, p. 325.

(2) Voir le *Bulletin de la Société française*, n° 4, 1891.

(1) Désignons par N le capital souscrit d'une société anonyme de constructions. En souscrivant, les actionnaires versent un dixième, soit $\frac{N}{10}$. La Caisse d'épargne intervient ensuite par un prêt égal à la moitié des restants dus, c'est-à-dire $\frac{1}{2} \times \frac{9N}{10}$. A ce moment, la société a encaissé $\frac{N}{10} + \frac{9N}{20} = \frac{11N}{20}$, qu'elle emploie en immeubles. Ceux-ci terminés, la Caisse d'épargne fait un nouveau prêt égal à la moitié de la valeur des immeubles, soit $\frac{11N}{20} \times \frac{1}{2}$, convertie à son tour en immeubles, et ainsi de suite. La somme prêtée par la Caisse d'épargne sera donc finalement

$$\frac{9N}{20} + \frac{11N}{20}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \cdots\cdots\cdots + \frac{1}{2^n}\cdots\right)$$

La somme entre parenthèses étant une série, dont le total tend vers 1, l'expression précédente a pour limite $\frac{9N}{20} + \frac{11N}{20} = N$. La société de construction recevra donc des prêts successifs, dont le total ne pourra jamais atteindre le capital souscrit.

(2) La proportion des prêts sur immeubles devrait être soigneusement étudiée : leurs avantages en temps normal sont incontestables, mais en cas de crise, ils offriraient un certain danger étant impossibles à réaliser.

Digitized by Google

double inconvénient suffit pour condamner le régime de nos caisses, et pour engager le législateur à lui en substituer un autre plus libéral.

Il est incontestable qu'avec un peu de liberté, des caisses bien gérées pourraient obtenir un intérêt plus rémunérateur et en faire bénéficier leurs déposants. Dans de nombreuses questions intéressant la vie économique du pays, les établissements chargés de recueillir l'épargne pourraient par leur concours rendre d'immenses services. Notre agriculture manque de fonds; elle vient emprunter à la capitale, alors que les épargnes, rassemblées par les caisses provinciales, seraient capables de leur venir en aide, au moyen de prêts faits avec sagesse et modération. Les économies locales devraient également, par l'intermédiaire des dettes municipales, contribuer aux travaux publics et aux autres intérêts de la région; les villes et les communes obtiendraient des emprunts moins onéreux par l'entremise des établissements d'épargne, qu'en recourant aux grandes banques de Paris; c'est ainsi, nous dit M. Rostand, que la ville de Marseille aurait obtenu son dernier emprunt au taux de 4 %, en s'adressant à sa Caisse d'épargne, alors que le Crédit Foncier l'a souscrit au taux de 4,08 %. Mais, au lieu d'utiliser les épargnes sur place, on préfère drainer toutes les économies vers Paris, pour les verser dans le gouffre de la dette générale, alors qu'il serait si simple, en même temps que plus économique, de laisser chaque région les employer au mieux de ses intérêts.

Rappelons, à ce sujet, que la Caisse de Milan (1) prête son concours à l'Etat, aux provinces, aux communes, aux grandes entreprises philanthropiques; en vertu d'une loi de 1866, elle exerce le crédit foncier dans sa zone; elle a souscrit pour plus de 1 500 actions à l'œuvre de la Société édificatrice des habitations ouvrières; c'est elle qui, associée à d'autres Caisses d'épargne, a contribué, en 1883, à fonder la Caisse nationale contre les accidents du travail; enfin, c'est grâce à elle que s'est développée à Milan, par la création d'un magasin général des soies, une concurrence dangereuse à notre industrie lyonnaise. Comme elle, d'autres établissements similaires d'Italie emploient une partie de leurs bénéfices en œuvres d'utilité publique, et contribuent à la création de nombreux et florissants établissements de prévoyance.

Chez nous, les Caisses de Marseille et de Lyon ont essayé de suivre la même voie, mais elles se sont toujours trouvées enrayées par le rigorisme administratif et par l'adduction forcée à la dette d'Etat. La Caisse centrale de Paris, avec les fonds qui lui sont versés, se trouve obligée d'acheter des rentes avec une périodicité continue; elle surmène ainsi le crédit national, ce qui est le plus mauvais service à lui rendre. La Caisse, en effet, ne pouvant, le plus souvent, trouver immédiatement le nombre de rentes correspondant aux sommes encaissées, s'est vue autorisée à faire des achats à terme.

Voici d'abord le projet de M. Lockroy: véritable pompe aspirante, elle raréfie le 3 % sur le marché, le fait hausser sans interruption et sert ainsi de prétexte à la spéculation la plus effrénée.

Par sa garantie et le régime d'emploi en 3 %, l'Etat s'impose une grave responsabilité. Actuellement, les dépôts continuent à affluer en proportion plus forte que les remboursements. La Caisse centrale de Paris encaisse toujours, achète toujours, et toujours de plus en plus cher, du 3 %. Mais qu'une panique survienne, l'Etat, nous l'avons vu, forcé de réaliser les rentes à perte, devra rembourser des sommes énormes avec les recettes budgétaires, alors qu'il en aurait un besoin pressant pour d'autres emplois. Il lui faudra, à moins de frauder les droits des déposants, inscrire de nouvelles rentes et dans de mauvaises conditions. Pour se trouver dans une situation aussi fâcheuse, les partisans du *statu quo* font remarquer qu'un recul de 12 % au moins serait nécessaire, mais l'expérience ne montre-t-elle pas qu'en 1848 la baisse a été de 50 % et, en 1870 de 40 %? Ils disent aussi, avec une certaine apparence de vérité, que les caisses, jouissant de leur liberté de placements, s'adresseraient quand même, en cas de crise, à la Caisse des Dépôts et Consignations, pour la partie de leur portefeuille placée en rentes 3 %, qu'elles préféreraient, plutôt que de vendre à perte leurs fonds librement placés, exiger la garantie accordée par l'Etat. Il se pourrait, mais le danger cependant serait moindre qu'avec la situation actuelle, car les déposants jouissant, par la diversité même des placements, d'une plus grande sécurité, seraient sans doute moins nombreux pour retirer leurs fonds, et si, malgré ces prévisions, un affolement général s'emparait de la nation, la Caisse des Dépôts, en mettant les choses au pire, aurait des sommes bien moins considérables à rembourser, surtout si, comme le demande M. Rostand, les caisses avaient le droit de faire elles-mêmes leurs placements en 3 %.

Réformes nécessaires. — De quelque manière que l'on envisage la question : intérêt des déposants, intérêt des caisses, intérêt de l'Etat, on arrive toujours à cette conclusion qu'une modification de la législation relative à l'emploi des fonds des Caisses d'épargne est inévitable et nécessaire. A quoi bon des restrictions? Pourquoi entraver l'afflux des dépôts? Ces mesures sont inefficaces, car, quand bien même on réduirait le taux servi, les dépôts reviendraient en masse le jour où le revenu moyen des fonds aurait baissé. M. P. Leroy-Beaulieu propose de rendre aux caisses leur autonomie provinciale et locale, de placer une partie de leurs fonds en certaines catégories de titres : prêts fonciers ou agricoles, valeurs sur titres. « Nous avons écrit, dit-il, dans *l'Economiste français* du 13 septembre 1890, et nous répétons que si l'on ne modifie pas radicalement la législation des Caisses d'épargne, qui est le maximum de l'absurdité, ces établissements finiront par devoir une dizaine de milliards de francs. » Les craintes de M. P. Leroy-Beaulieu dépassent encore les nôtres. La sagesse nous commande donc d'abandonner l'ornière dans laquelle nous marchons depuis trop longtemps, pour suivre la voie tracée par les Caisses italiennes. En face des résultats obtenus, comment hésiter? Les secousses de 1848 et de 1859 n'ont en rien altéré la prospérité de la Caisse de Milan, pas un seul instant son crédit n'a été atteint. Le tableau suivant donne une idée de sa marche progressive et constante (1).

En 1823	elle reçoit . .	769	livrets, soit . .	258.510	lires.
1833	— . .	6.901	— — . .	3.796.308	—
1840	— . .	17.179	— — . .	8.398.501	—
1850	— . .	32.341	— — . .	17.696.172	—
1860	— . .	107.930	— — . .	85.852.188	—
1870	— . .	222.643	— — . .	193.779.107	—

ce qui était déjà plus que Paris aujourd'hui.

En 1880, nous comptons 352.071 livrets, soit 284.299.599 lires.
Enfin, en 1890, — 448.744 — 433.580.847 —

dont 431 034 940 lires en livrets au porteur et 2 545 907 lires en livrets nominatifs.

Ces résultats merveilleux ont vivement frappé nos économistes, lors de l'exposition universelle de 1889. Les caisses italiennes, par leur sage administration et les placements intelligents de leurs fonds, méritaient une attention toute particulière: le jury n'a pas hésité à reconnaître cette supériorité, en décernant un grand prix à la Caisse d'épargne de Milan, une médaille d'or à la Caisse de Bologne, une médaille d'argent à celle d'Imola. Les Caisses de Marseille et de Lyon ont obtenu chacune une médaille d'or (2). Nous ferons remarquer, à l'appui de notre thèse, que ce sont les deux seules en France qui jouissent d'une liberté relative. Mais combien paraît médiocre cette liberté, en regard de la latitude dont jouissent les caisses italiennes! Quand aurons-nous, comme au delà de l'Apennin, des caisses d'épargne à réserves importantes proportionnées aux fonds qui leur sont confiés, et employant leurs capitaux en œuvres d'utilité publique?

Etant admis que le régime des caisses d'épargne doit être modifié dans le sens du libre emploi des fonds, il nous reste à savoir de quelle manière il faudrait opérer cette réforme. Le problème est difficile et devra être résolu sans presser les événements ni brusquer les choses, mais de manière à les modifier peu à peu, par transitions sages et modérées. Si la liberté désirée était brusquement accordée aux caisses, sauraient-elles en profiter avec toute la prudence nécessaire? Pour avoir marché trop vite, n'auraient-elles pas à revenir en arrière, et dans leur désir d'augmenter les revenus des fonds versés, ne courraient-elles pas au-devant de désastres financiers, atteignant principalement le monde des ouvriers et des artisans, causant leur ruine totale, et les poussant au désespoir et aux pires folies? Puis, la transformation brusque des placements n'amènerait-elle pas une vente colossale de nos rentes françaises, ayant pour résultat une dépréciation inévitable et inconsidérée de tous nos fonds d'Etat? La conversion du 4 1/2 % en 1893 rendue impossible (3); celle du 3 % (qui marche vers le pair), devenue problématique; le discrédit national, telle est la pente fatale sur laquelle on se trouverait lancé! Non, ce n'est pas là ce que désirent et demandent nos réformateurs. Ce sont des esprits aussi prévoyants que sages et éclairés. Ils comprennent que notre tempérament, notre caractère et nos mœurs, se rapprochent des mœurs, du caractère et du tempérament de la race italienne, mais que l'impulsion qui fait agir les deux peuples ne saurait être la même. Nous sommes de race latine, mais le sang des Gaulois et des Francs coule aussi dans nos veines, et notre esprit, comme nos penchants, se ressentent des qualités et des défauts de ces différents peuples; le système italien, pas plus que le système anglais ou allemand, ne saurait donc nous convenir d'une manière absolue. La réforme que chacun juge nécessaire mérite donc d'être étudiée avec la plus grande attention; c'est, au reste, la question à l'ordre du jour; elle est traitée d'une façon remarquable dans les revues et les journaux, en France et à l'étranger, par les hommes les plus éminents, tels que MM. Luzzatti, Léon Say, P. Leroy-Beaulieu et Rostand. L'attention de la Chambre s'est éveillée; plusieurs projets déjà lui ont été soumis, mais aucun jusqu'à ce jour n'a été adopté. Passons en revue ces différentes propositions.

Sur autorisation du Ministre du Commerce, les caisses pourraient utiliser en prêts à l'agriculture, au commerce et à l'industrie, le cinquième du solde dû aux déposants le 31 décembre de l'année précédente. Cet emploi devrait rapporter au minimum 4 %. Une caisse spéciale de garantie serait constituée au moyen de prélèvements sur des placements directs, désignés par l'arrêté d'autorisation. Les caisses dépassant les limites autorisées seraient dans l'obligation de retirer tous leurs fonds de la Caisse des Dépôts et Consignations et d'en avertir leurs clients par affiches et publicité dans les journaux.

La dernière partie de ce projet nous semble présenter de sérieux inconvénients. Les caisses risqueraient d'être lancées trop rapidement dans le régime de la liberté absolue, alors qu'elles-mêmes n'en auraient pas le désir; leur expérience n'est pas suffisante, en effet, pour user du système italien. Quant à la création d'un fonds spécial de garantie, c'est une iniquité. En rendant les caisses solidaires les unes des autres, on oblige celles qui sont bien gérées à payer pour celles qui le sont mal. Frappée de cette injustice, la Commission parlementaire chargée en 1887 de l'étude de la question, a préféré la solution suivante, issue d'une proposition de M. Hubbard : « Les caisses obtiendront, si elles le désirent, la liberté complète, sous condition que leurs statuts fassent connaître au public les différents em-

(1) ROSTAND, *Une visite à quelques Institutions de prévoyance en Italie*, page 94.

(1) ROSTAND. *Une visite à quelques Institutions de prévoyance en Italie.*

(2) La Caisse du Mans a obtenu une médaille d'or pour la création de la première épargne scolaire.

(3) Il est à 105 à l'heure actuelle.

Digitized by Google

Digitized by Google

GRUE TITAN DU PORT

Construite par la

Fig. 1. — Elévation.
Echelle ($\frac{1}{200^e}$)

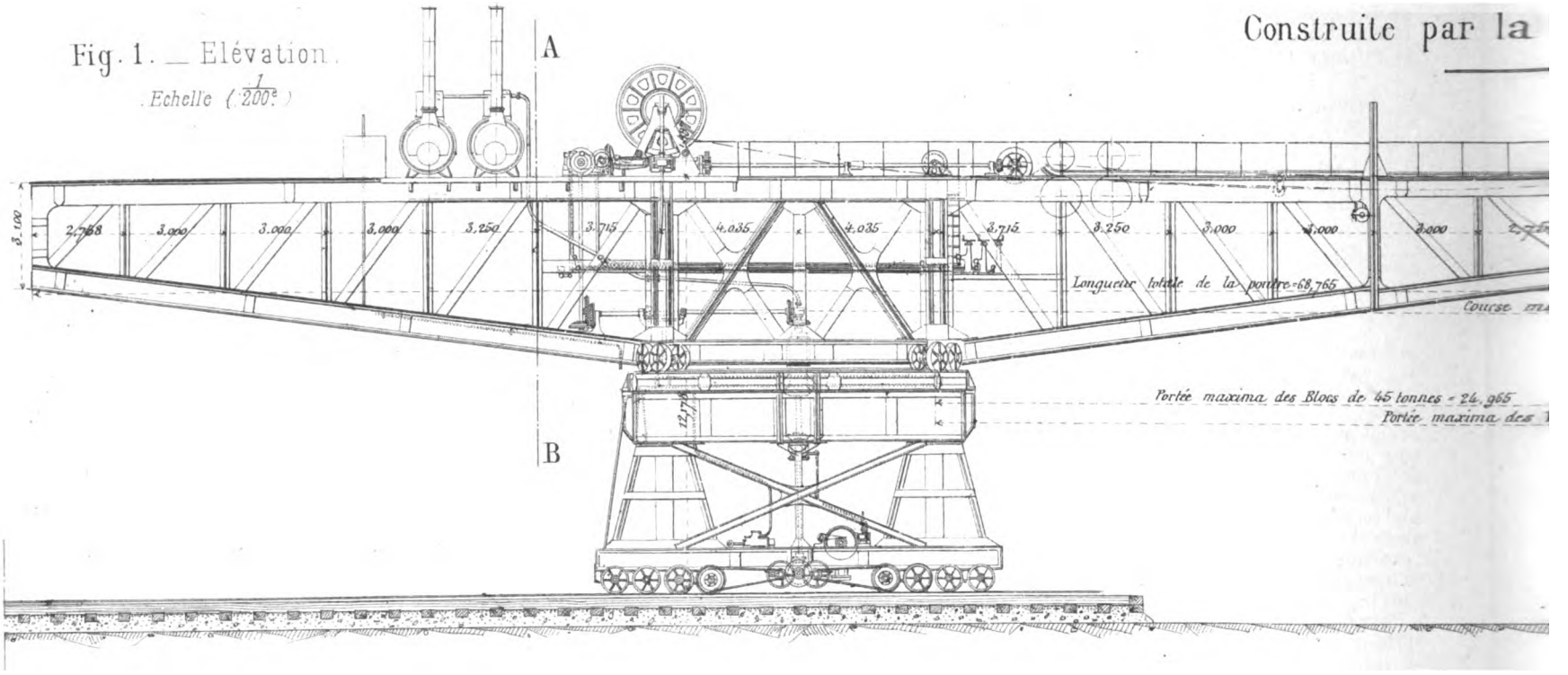


Fig. 2. — Plan. Echelle ($\frac{1}{200^e}$)

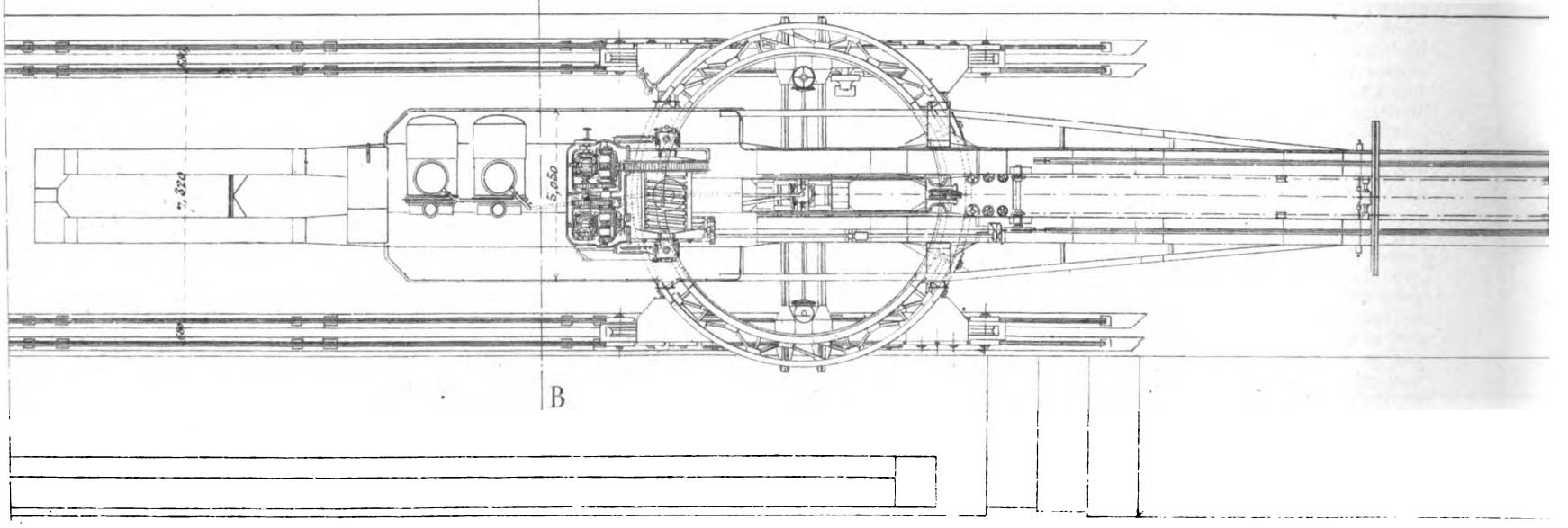
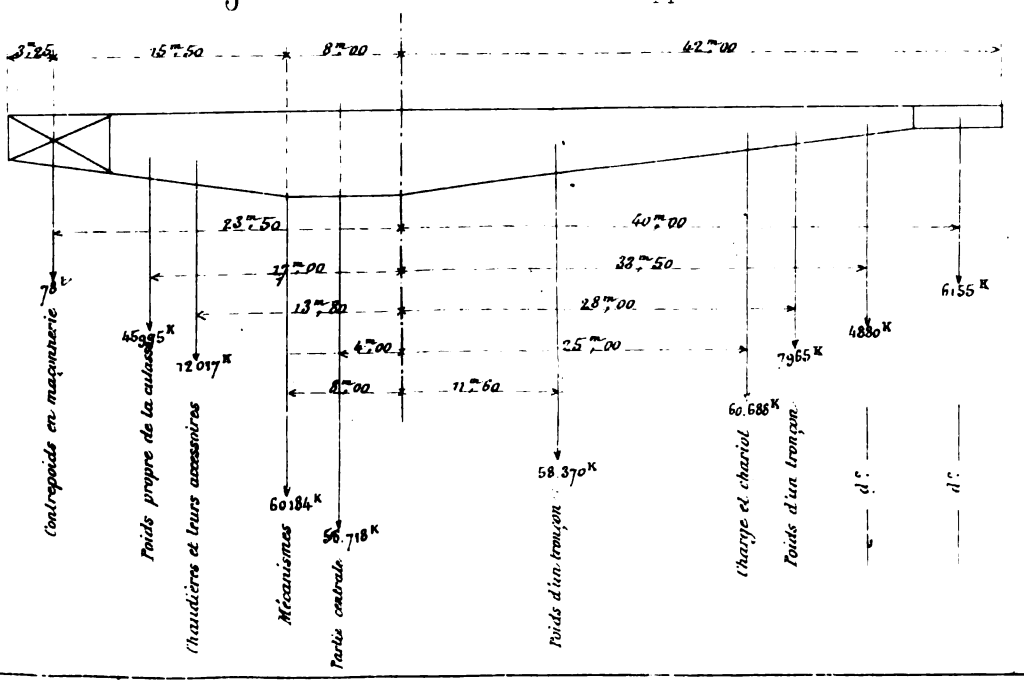


Fig. 7. — Stabilité de l'Appareil.



Digitized by Google

DE LEIXOËS (Portugal.)

Cie de Fives Lille.

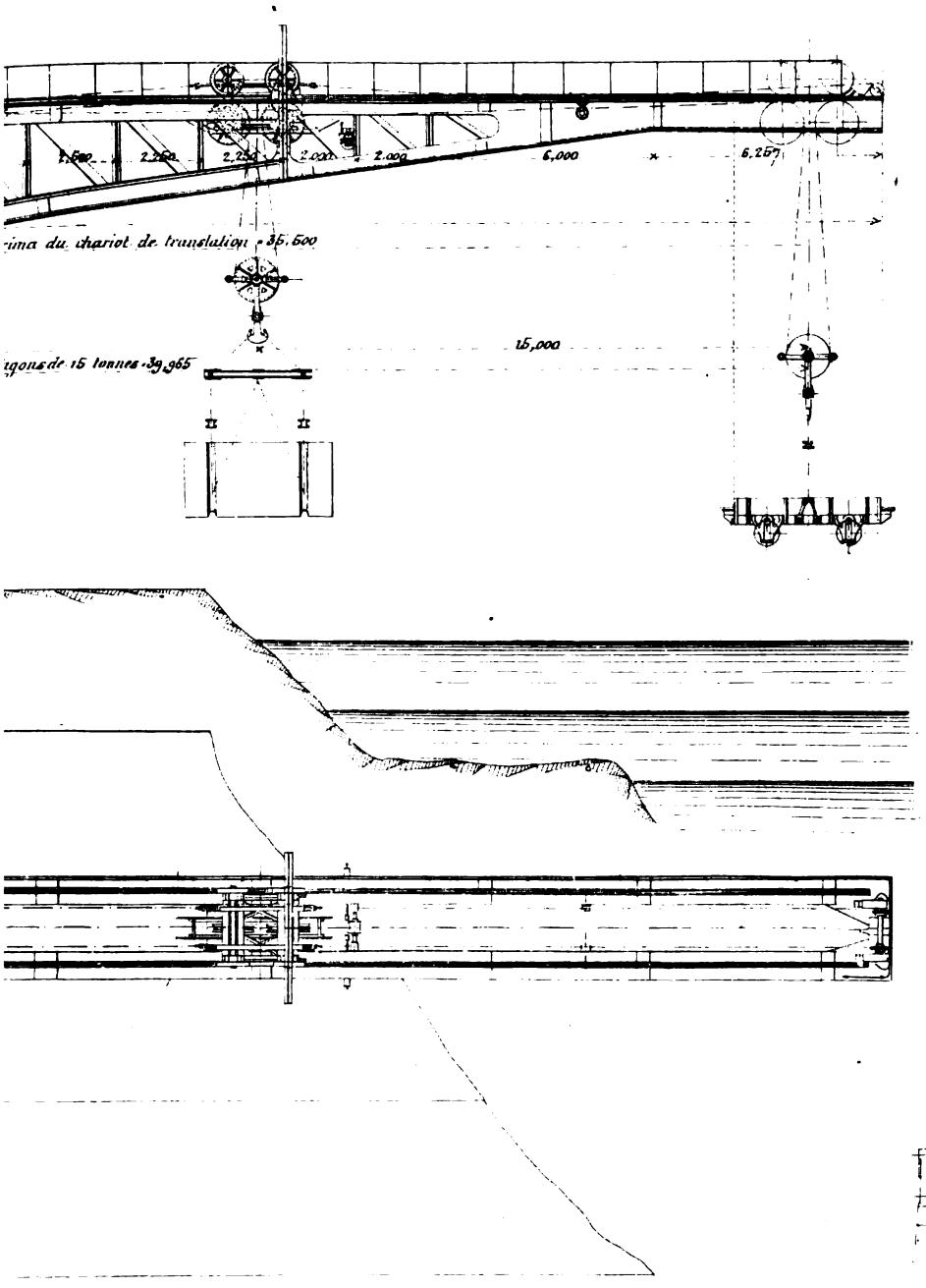


Fig. 3. — Coupe suivant A B.

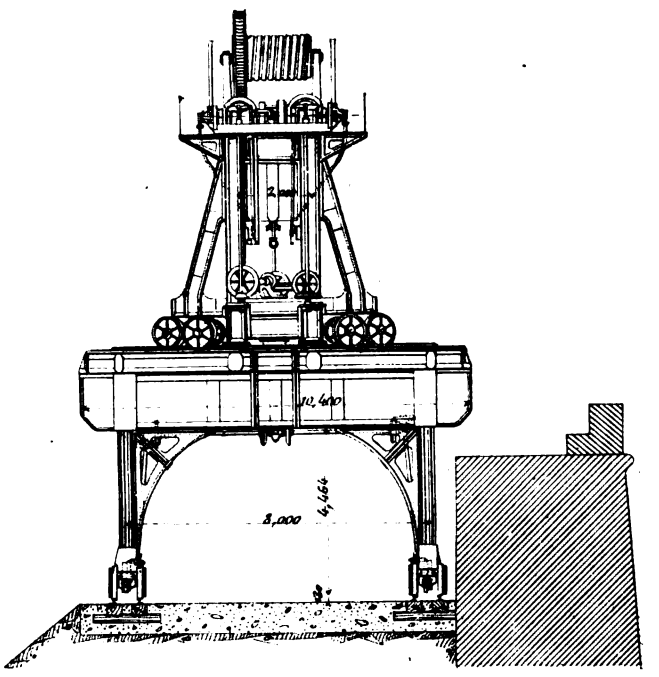


Fig. 4, 5 et 6. — Mécanismes d'orientation de levage et de translation.

Fig. 4.
Vue de côté

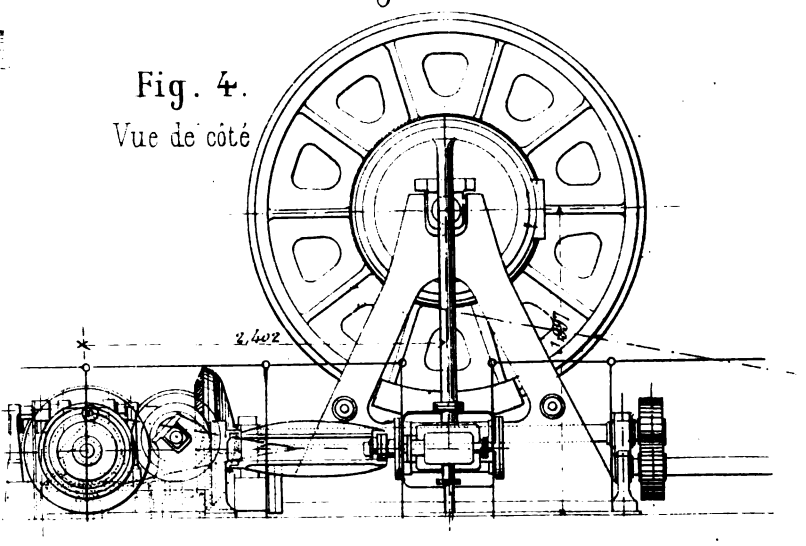


Fig. 5. — Elévation.

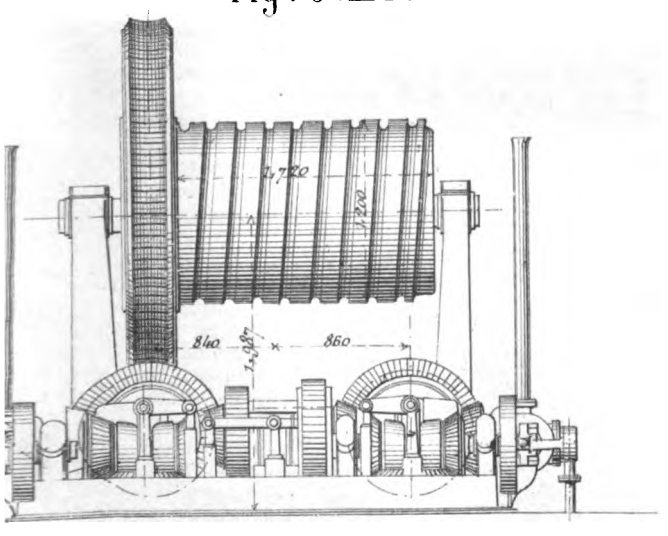
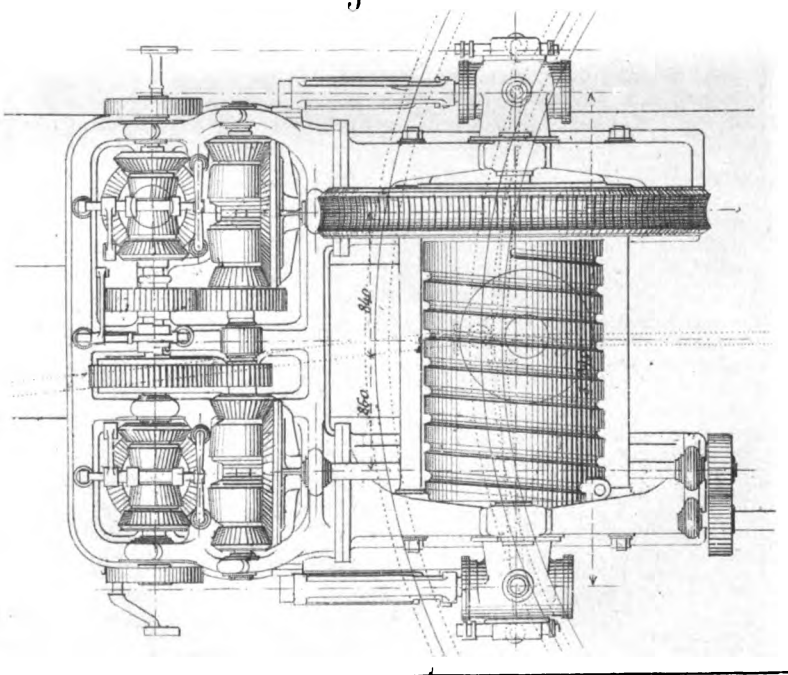


Fig. 6. Plan.



Imple Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis. Paris. 5086 — 3-92

Digitized by Google

Digitized by Google

plois de leurs fonds; elles auront toujours la faculté de recourir à la Caisse des Dépôts et Consignations; la Caisse des Dépôts servira un intérêt fixé par décret avant le 1er décembre pour l'exercice suivant, sous déduction d'un prélèvement déterminé chaque année, entre 0 fr. 25 et 0 fr. 50 °/₀, en faveur d'un fonds de réserve. »

Cette proposition, plus libérale encore, donne lieu à de graves objections. Il est à redouter que les caisses les plus empressées à profiter des avantages qui leur seraient offerts, soient précisément celles conduites avec le moins de sagesse et de prévoyance; en mésusant du droit nouveau, ces caisses pourraient compromettre leur crédit, s'effondrer et produire une panique funeste aux établissements sagement conduits. Ce serait le triomphe des partisans du *statu quo*, et c'est pourquoi, l'année dernière, une Commission parlementaire s'est chargée de l'étude d'un nouveau projet. Son rapporteur, M. Aynard, l'un des promoteurs de la réforme des caisses d'épargne en France, l'a déposé, le 27 mai 1891, à la Chambre des Députés. Ce projet accorde aux caisses, à condition qu'elles soient autonomes (1), la faculté de placer autrement qu'en rentes, mais en valeurs déterminées par la loi, leurs réserves et un quart des fonds de dépôts. Les trois autres quarts seront versés, comme par le passé, à la Caisse des Dépôts et Consignations, qui continuera à les jeter dans la Dette d'Etat, afin de préserver le 3 °/₀ d'une baisse exagérée (2).

L'article 12 du projet fixe les placements que les caisses autonomes sont autorisées à faire. Ce sont d'abord des obligations négociables du département, des communes du département, des Chambres de commerce, du Mont-de-Piété et des autres établissements publics de la même circonscription administrative; puis des obligations du Crédit Foncier et des Compagnies de chemins de fer à revenu garanti par l'Etat ou le département.

Ce sont ensuite, jusqu'à concurrence de 20 °/₀ du disponible, des prêts dans le département aux syndicats agricoles, aux syndicats d'irrigation, de desséchement, de colmatage, etc., et le réescompte des valeurs des banques populaires ou associations coopératives de crédit.

Enfin 10 °/₀ au plus du disponible peuvent être transformés en actions et en obligations de sociétés d'habitations à bon marché et d'associations coopératives, soit de production, soit de consommation.

Tel qu'il est, et quoique moins libéral que ceux de MM. Lockroy et Hubbard, ce projet pourrait, s'il était voté, suffire dans l'état actuel de la question; il servirait de transition à une solution plus large et préparerait, pour l'avenir, une décentralisation plus complète des épargnes, par l'organisation de l'emploi régional des économies.

Mais une réforme plus étendue dans les caisses d'épargne nécessiterait forcément une organisation administrative nouvelle. Nombre de ces établissements fonctionnent dans des communes de moindre importance; leur capital est faible et pour constituer leurs réserves, ils se verraient dans l'obligation de prêter à gros intérêts, ce qui serait la suppression des avantages du prêt régional; de plus, leurs administrateurs souvent sont peu expérimentés, et leur position personnelle n'offre pas l'envergure suffisante pour résister aux influences dangereuses des politiciens locaux. Les garanties nécessaires au régime de libre emploi ne peuvent se rencontrer que dans de grandes caisses, comme celles de Marseille et de Lyon; là seulement, les fonds sont assez considérables pour permettre la constitution d'une réserve importante, et la diversité des placements assez grande pour donner une moyenne d'intérêt, que les petites caisses, livrées à elles-mêmes, ne sauraient jamais atteindre. Sans doute, en Italie, des institutions de prévoyance comme celle d'Imola rendent les plus grands services, malgré leur peu d'importance; mais ce pays n'a jamais connu l'adduction forcée à la dette d'Etat, et nous ne devons pas oublier que l'humeur française s'accommoderait mal, pour l'instant, de la liberté absolue; elle serait peut-être tentée de considérer cette faveur comme une marque d'abandon, ou un manque de sollicitude de la part de notre gouvernement. Si les réformateurs du libre emploi triomphent, il serait sage de grouper dans une même région, un certain nombre de caisses, de manière à constituer une grande caisse autonome qui nous paraît seule capable de donner dans notre pays les heureux résultats des établissements italiens. En présence des difficultés de cette solution, on pourrait tout au moins créer des caisses régionales, chargées de remplir, à l'égard des caisses d'épargne dépendant de leur ressort, les attributions de la Caisse centrale de Paris : « Cette combinaison aurait l'avantage de soulager les attributions financières et les responsabilités morales et politiques de l'Etat, de lui épargner le choc direct des intérêts, de le renfermer dans son rôle supérieur de contrôle et de tutelle, d'allumer dans chaque région un foyer de vie sociale et de dévouement, tant par l'institution de la caisse régionale elle-même que par celle des patronats gravitant comme des satellites autour d'elle, et faisant pénétrer partout la notion et la pratique de la prévoyance sous ses diverses formes (3) ». Ces caisses, par leur décentralisation et leur autonomie relative, auraient l'avantage de combattre « l'espèce d'apoplexie qui menace les pays trop centralisés », et, comme le dit si excellemment M. Cheysson, « elles fourniraient un aliment à l'activité des hommes de bien et de dévouement qui sont aujourd'hui condamnés à l'inaction dans leur province, et elles redonneraient, au point de vue des initiatives généreuses, une vie propre aux localités qui sont accoutumées à toujours attendre l'impulsion du centre. Il s'établirait entre elles une utile émulation pour le bien, chacune pouvant se mouvoir librement dans le cadre tracé par ses statuts (4) ».

(1) Il est regrettable que le projet omette les caisses municipales, qui sont cependant les plus nombreuses.

(2) M. Rostand voudrait que, pour ce mode de placement, les caisses fussent libres de recourir ou non à la Caisse des Dépôts et Consignations.

(3) CHEYSSON. *Les Caisses régionales de Prévoyance*, page 6.

(4) CHEYSSON. *Les Caisses régionales de Prévoyance*, page 9.

Le congrès des Institutions de Prévoyance, tenu à Paris en septembre 1889, a proposé la création d'un conseil supérieur des caisses d'épargne, composé de 30 membres, nommés moitié par le Ministre du Commerce, moitié par les caisses elles-mêmes. Ce Conseil serait consulté *obligatoirement* sur toutes les questions ayant trait à la législation, à la réglementation et au fonctionnement général des caisses d'épargne; facultativement, *chaque fois que le gouvernement le jugerait utile*. Cette solution permettrait à l'Etat d'exercer un contrôle sévère, même sur les caisses à régime de libre emploi, et lui donnerait la faculté d'interdire certains placements hasardeux : les hypothèques, en particulier, tant que la législation n'en sera pas modifiée, et les valeurs industrielles, à cause des oscillations extravagantes de ces derniers fonds, résultant des grèves toujours prêtes à éclater, ou des spéculations de certains agioteurs. Une Caisse d'épargne doit être à l'abri de ces fluctuations dangereuses, et le meilleur moyen pour elle de s'en préserver, c'est de placer ses dépôts en fonds d'Etat, ou garantis par l'Etat, tels que : Rentes, Bons du Trésor, actions de la Banque de France, du Crédit Foncier, etc.

Ces différents placements offrent, en raison même de leur grande sécurité, un revenu minime variant entre 2,85 et 3,15 °/₀, mais la faiblesse de cet intérêt serait facilement compensée par l'achat de certains fonds d'Etats étrangers. Les rentes russe, autrichienne et hongroise n'offrent-elles pas toutes les garanties désirables, et ne donnent-elles pas un revenu variant entre 4,17 et 4,30 °/₀? La Dette Egyptienne unifiée, garantie par l'Angleterre, rapporte encore à l'heure actuelle 4,20 °/₀. En cas de conflit européen, ces rentes baisseraient sans doute, mais les nôtres seraient-elles en meilleur état? D'ailleurs, la somme totale de ces différents placements, ne devrait pas dépasser une certaine proportion, 10 °/₀ par exemple, de l'intégralité des fonds placés.

La Caisse générale d'épargne en Belgique utilise une partie de ses dépôts en effets de commerce internationaux, tirés sur des maisons solides et portant trois signatures. En 1888, la proportion de ces placements était de 13,1 °/₀ en effets belges, et de 16,8 °/₀ en effets étrangers, soit environ un total de 30 °/₀ des fonds placés. Ce mode d'emploi est d'une sécurité absolue; il offre, de plus, l'avantage d'être facilement réalisable, les effets de commerce n'ayant à craindre aucune dépréciation et les sommes qu'ils représentent pouvant toujours être escomptées en cas de nécessité.

Pourquoi nos établissements ne suivraient-ils pas cet exemple? Ils en retireraient le même profit que ceux de Belgique; mais il ne faudrait pas oublier qu'une partie des épargnes devrait être employée à l'amélioration, à l'embellissement et au bien-être de la région où elles se sont accumulées Le rôle d'une caisse d'épargne, qui comprendra sa mission, sera plus grand et plus noble que celui d une simple banque. Son influence moralisatrice s'exercera par la construction de maisons ouvrières, la fondation de caisses de retraite, la création d'associations coopératives. Elle développera la richesse du pays, en concourant, par des avances, à l'extension de l'agriculture, au percement des routes, à l'entretien des canaux. Ses devoirs varieront suivant les régions. A Lyon, par la création d'un entrepôt pour les soies, elle pourrait ramener le marché qui semble nous abandonner pour Milan. La ville de Marseille, comme celle du Havre, lutterait plus avantageusement contre la concurrence étrangère par le développement de ses docks et le meilleur aménagement de ses ports.

Mais nous sommes encore loin de ces résultats brillants, et nous ne pouvons ici que formuler des vœux! Puissions-nous voir adopter, à bref délai, cette réforme d'intérêt social, dont tous ceux qui sont désireux d'améliorer le sort de la classe ouvrière, laborieuse et économe, doivent aujourd'hui se préoccuper.

Paul LINDER.

CHEMINS DE FER

LES NOUVEAUX TARIFS DE GRANDE VITESSE des grandes Compagnies de chemins de fer.

La loi du budget de l'année 1892, en date du 26 janvier 1892, contient, en ses articles 26, 27 et 28, des dispositions très importantes en ce qui concerne les transports en grande vitesse par chemins de fer.

ART. 26. — Est supprimée, à dater du 1er avril 1892, la taxe additionnelle de 10 °/₀ établie par l'article 12 de la loi du 16 septembre 1871 :

1° Sur le prix des places des voyageurs transportés par chemins de fer, par voitures publiques, par bateaux à vapeur ou autres, consacrés au public;

2° Sur le prix des transports de bagages, y compris les dix centimes d'enregistrement et de messageries à grande vitesse par les mêmes voies.

ART. 27. — Sont supprimées en totalité, à partir de la même date, les taxes proportionnelles qui sont actuellement perçues sur les prix nets de transport en grande vitesse des messageries, denrées et bestiaux. Les excédents de bagages, finances et chiens restent passibles de la taxe de 12 °/₀.

ART. 28. — A partir du 1er avril 1892, les dispositions du dernier paragraphe de l'article 8 de la loi du 28 juin 1833 et de l'article 2 de la loi du 11 juillet 1879 cesseront d'être applicables aux entreprises de chemins de fer et de tramways autres que les tramways à traction de chevaux.

Pour les chemins de fer d'intérêt local et les tramways à traction mécanique, quelle que soit leur longueur, il sera perçu à partir de la même date, une taxe proportionnelle de 3 °/₀ sur le prix des places des voyageurs et des transports de bagages en grande vitesse. Les entreprises de tramways à traction mécanique, sur le réseau desquelles le prix des places ne dépasse pas trente centimes, pourront, sur leur demande, être maintenues au droit fixe.

Digitized by Google

Cette loi du 26 janvier 1892 a pour effet d'amener une réduction dans les prix payés pour les transports en grande vitesse par chemins de fer pour toutes les Compagnies indistinctement, en diminuant l'impôt que prélève l'Etat. Cet impôt est très lourd : ainsi, quand une Compagnie encaisse une somme de 123 fr. 20 pour prix d'un transport en grande vitesse, elle n'a pour elle qu'une somme de 100 francs.

Pour les grandes compagnies : Est, Midi, Nord, Orléans, Ouest, Paris-Lyon-Méditerranée, la loi du 26 janvier provoque un abaissement de plus de 10 °/₀, à cause des lois du 20 novembre 1883, relatives aux conventions de 1883. (*Journal officiel* du 21 novembre 1883, page 6 018 et suivantes.)

Dans le cas où l'État supprimerait la surtaxe ajoutée par la loi du 16 septembre 1871 aux impôts de grande vitesse sur les chemins de fer, la Compagnie s'engage à réduire les taxes applicables aux voyageurs à plein tarif de 10 °/₀ pour la deuxième classe et de 20 °/₀ pour la troisième, ou suivant toute autre formule équivalente arrêtée d'accord entre les parties contractantes.....

Si l'Etat fait ultérieurement de nouvelles réductions sur l'impôt, la Compagnie s'engage en outre à faire une réduction équivalente sur les taxes des voyageurs ; elle ne sera tenue toutefois à ce nouveau sacrifice qu'après qu'elle aura retrouvé, pour les voyageurs circulant sur le réseau actuellement exploité, les recettes nettes acquises avant la première réduction.

La Compagnie ne serait pas tenue de maintenir cette nouvelle réduction, si l'Etat, après avoir réduit les impôts de grande vitesse venait à les rétablir sous une forme quelconque, en totalité ou en partie. — *Article 14 des conventions de l'Est et de l'Ouest. — Article 15 des conventions du Nord, du Midi et du P.-L.-M. — Article 17 des conventions de l'Orléans.*

Les taxes des transports pour les voyageurs sont ainsi modifiées pour le parcours d'un kilomètre :

Voyageurs	Taxes anciennes			Taxes nouvelles			Réduction proportionnelle des taxes anciennes
	Part de la Compagnie	Impôt 23,2 °/₀	Total	Part de la Compagnie	Impôt 12 °/₀	Total	
—	—	—	—	—	—	—	—
	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	
De 1re classe.	10	2,32	12,32	10	1,2	11,2	9 °/₀
De 2me classe.	7,5	1,74	9,24	6,75	0,81	7,56	10 °/₀
De 3me classe.	5,5	1,28	6,78	4,4	0,53	4,93	27 °/₀

Nous ferons remarquer que l'article des diverses conventions, que nous avons reproduit, ne concerne exclusivement que les voyageurs, ce qui n'a pas empêché les Compagnies de faire des réductions de prix considérables sur les transports des articles de messagerie, des denrées, et des animaux expédiés en grande vitesse.

Les nouveaux tarifs apportent des modifications profondes dans les conditions d'exploitation des chemins de fer, bon nombre de marchandises, expédiées jusqu'à ce jour en petite vitesse, le seront dorénavant en grande vitesse, car les anciens tarifs de la grande vitesse, à cause de leur élévation exagérée, étaient nettement prohibitifs. Mais avant d'examiner ces modifications si profondes, nous pensons qu'il est bon de rappeler succinctement les principes qui régissent les tarifs des chemins de fer.

Bien souvent on entend dire que les chemins de fer ont un monopole. Cette expression n'est pas rigoureusement exacte, car aucun texte de loi n'accorde de monopole aux Compagnies de chemins de fer; ce qui est vrai, c'est qu'aucune entreprise de transport par voie de terre ne peut lutter contre une compagnie exploitant les mêmes localités avec une ligne de chemin de fer, quand la distance entre les points extrêmes atteint une certaine longueur, environ 20 kilomètres pour les voyageurs et 100 kilomètres pour les marchandises. Si, de plus, on observe qu'une ligne à double voie entre deux points donnés suffit pour une circulation considérable, on comprend que la construction d'une ligne parallèle sera une dépense inutile ; par suite, la compagnie exploitant une ligne pourra bien avoir un monopole des transports sur cette ligne, ce sera un monopole de fait, découlant de diverses circonstances économiques, mais ce ne sera jamais un monopole de droit, sanctionné par une loi. Il est si vrai que le monopole des Compagnies est un monopole de fait, qu'il suffit, pour s'en convaincre, de lire les rapports faits aux Conseils d'administration pour voir les effets de la concurrence faite librement aux chemins de fer par la batellerie.

Que le monopole résulte d'une loi ou d'un ensemble de faits économiques, il n'en existe pas moins, et l'Etat avait le devoir de protéger les populations, desservies par un chemin de fer, contre les abus possibles de ce monopole, d'autant plus que les voies ferrées pénètrent dans des régions qui ne peuvent être desservies par des voies navigables. Le devoir de l'Etat était d'autant plus impérieux qu'il ne pouvait pas limiter l'exercice du monopole en l'accordant. La difficulté fut tournée d'une façon très heureuse et au mieux pour le bien général. Deux cas sont à examiner.

Premier cas. — L'entrepreneur du chemin de fer le construit à ses risques et périls. L'on sait que l'axe du tracé d'un chemin de fer ne se déplace pas facilement ; par suite l'entrepreneur sera amené à avoir besoin, pour l'exécution de ses travaux, de terrains dépendant du domaine public ou appartenant à des particuliers qui ne voudront pas les vendre. L'Etat autorisera l'entrepreneur à user des terrains du domaine public, à exproprier pour cause d'utilité publique les terrains qui n'auront pu être acquis à l'amiable, mais ce sera au prix de conditions qui sauvegarderont les intérêts du public contre les abus possibles du monopole de fait.

Deuxième cas. — L'Etat construit lui-même le chemin de fer, mais ne l'exploite pas, ou bien donne une subvention à un entrepreneur pour le construire et ensuite l'exploiter. Dans ce cas, l'Etat est propriétaire du chemin de fer, il le loue à l'entrepreneur en lui imposant diverses conditions destinées à empêcher les abus du monopole.

Dans les deux cas que nous venons d'indiquer, l'entrepreneur passe avec l'Etat un contrat nommé concession, et ses obligations sont énumérées dans une pièce nommée cahier des charges. L'Etat passe le contrat pour les lignes d'intérêt général seulement. C'est le département, la commune, pour les lignes d'intérêt local ou communal.

Le moyen adopté, pour empêcher les abus du monopole de fait de se produire, est excessivement simple. L'entrepreneur de transports par chemin de fer est un commerçant, mais comme il jouit d'un monopole de fait, il ne pourra pas faire varier ses prix comme bon lui semblera. Un prix maximum lui sera imposé par son cahier des charges; il pourra l'atteindre, jamais il ne pourra le dépasser. Quand il voudra appliquer un prix pour un transport déterminé, il ne le pourra qu'autant qu'il y aura été autorisé, et pour modifier ce prix dans l'avenir, il lui faudra une nouvelle autorisation. De plus, tout le monde pourra se servir du chemin de fer et personne ne devra jouir de faveurs particulières; le principe est celui de l'égalité de traitement dans les rapports avec le public, aussi bien pour les voyageurs que pour les expéditeurs et les destinataires de marchandises.

Pour que ces principes soient appliqués dans la pratique, l'Etat exige que la Compagnie lui soumette ses tarifs. Les tarifs ne contiennent pas seulement le prix que la Compagnie demandera pour un transport déterminé, mais encore toutes les clauses du contrat qui interviendra entre elle et son voyageur ou l'expéditeur de marchandises. Les tarifs ne peuvent être appliqués qu'autant qu'ils ont été approuvés par le ministre des Travaux publics pour les chemins de fer d'intérêt général, ainsi que pour les lignes d'intérêt local s'étendant sur plusieurs départements et dans le cas de tarifs communs à plusieurs lignes. Les autres tarifs des lignes d'intérêt local ou communal sont approuvés par le préfet. Quand un tarif a été approuvé, on dit qu'il est homologué. La Compagnie est complètement maîtresse de présenter les tarifs à l'homologation avec les clauses qui lui conviennent, ou de n'en pas présenter ; personne ne peut exercer une contrainte sur elle à ce sujet ; mais, de son côté, le ministre ou le préfet, suivant les cas, est libre d'approuver les tarifs qui lui sont présentés ou de ne pas les approuver ; mais il ne peut les modifier en les homologuant; la Compagnie n'a aucun recours contre sa décision.

Quand un tarif a été homologué, il a force de loi, c'est-à-dire que la Compagnie et son voyageur, ou l'expéditeur de marchandises, n'en peuvent changer aucune des clauses, ni en ajouter, ni en retrancher, quand ils conviennent de faire un voyage ou de faire transporter une marchandise. C'est de deux choses l'une : le voyage ou le transport sera fait aux conditions du tarif, ou il ne sera pas fait. Les jurisconsultes disent à ce sujet que la capacité juridique des parties contractantes, dans les transports par chemins de fer, est restreinte aux clauses renfermées dans les tarifs dûment homologués. Lorsque le tarif a été choisi et accepté par le voyageur ou l'expéditeur de marchandises, il devient, comme tout contrat, la loi des parties contractantes.

Les tarifs, soumis à l'approbation du ministre ou préfet, doivent être portés à la connaissance du public au moyen d'un affichage qui doit durer un mois, sauf pour les tarifs de transit, d'exportation et ceux concernant les transports des céréales.

Si une Compagnie a fait homologuer un tarif contenant des prix qui ne sont pas rémunérateurs, elle peut proposer un nouveau tarif contenant un relèvement de taxes; mais le ministre ou le préfet, suivant les cas, est libre d'approuver ou de ne pas approuver le nouveau tarif qui lui est soumis. Supposons que l'approbation soit donnée, le relèvement de taxes n'a pas lieu immédiatement, ce qui troublerait trop les rapports commerciaux à distance ; il n'a lieu qu'au bout d'un certain temps fixé par le cahier des charges. L'article 48 du cahier des charges des conventions de 1859 et l'art. 47 du décret du 6 août 1881 décident que les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois pour les voyageurs et d'un an pour les marchandises. Les conventions de 1859 sont relatives aux Compagnies suivantes : Est, Midi, Nord, Orléans, Ouest, Paris-Lyon-Méditerranée ; le décret du 6 août 1881 concerne les lignes d'intérêt local.

Chaque Compagnie a ses tarifs qui ne sont applicables que sur le réseau qu'elle exploite ; cependant il existe des tarifs dits *communs* qui sont applicables sur deux ou plusieurs réseaux. Ces tarifs ont dû être établis par suite d'un accord intervenu entre les Compagnies, sur les réseaux desquelles ils doivent être appliqués, avant d'être soumis à la formalité de l'homologation. Chacune des Compagnies, figurant dans le tarif commun, doit le proposer à l'homologation comme s'il ne devait être appliqué uniquement que sur son réseau.

Comme les transports sont faits en grande vitesse pour les voyageurs et les bagages, en grande et petite vitesse pour les animaux et les marchandises, il y a donc des tarifs particuliers pour la grande vitesse et des tarifs pour la petite vitesse.

Les tarifs se divisent encore en tarif général de la grande vitesse, tarif général de la petite vitesse et tarifs spéciaux. A défaut d'une demande expresse du voyageur ou de l'expéditeur, le tarif appliqué est toujours le tarif général. Il y a des tarifs spéciaux en grande et en petite vitesse ; en général, ils ne sont pas applicables d'office, ils doivent être demandés d'une façon formelle. Dans les tarifs spéciaux, moyennant une réduction qu'elle fait sur le prix du transport, la Compagnie impose à son voyageur ou à l'expéditeur diverses conditions plus avantageuses pour elle que celles que l'on trouve dans le tarif général. Par exemple, pour les transports de marchandises, la Compagnie exigera un allongement des délais de livraison, la clause de non-garantie pour les avaries en cours de route, etc.

Digitized by Google

A cause de l'importance même des nouveaux tarifs, nous examinerons successivement les tarifs concernant :

1° Les voyageurs et leurs bagages ;
2° Les articles de messagerie, les marchandises et denrées ;
3° Les animaux ;
4° Les voitures et les pompes funèbres ;
5° Les finances, valeurs, objets d'art.
6° Les petits colis dont le poids n'excède pas 5 kilogs.

(A suivre.)

G. FÉOLDE,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS
ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite [1]*.)*

2 bis. Système de la construction aux frais du département. — *N° 22. Département de la Sarthe (ligne du Mans à Saint-Denis-d'Orques.)* — Cette ligne, d'une longueur de 46^{k} 461,5, a été déclarée d'utilité publique par la loi du 20 août 1885 et a été mise en exploitation le 17 septembre 1888. D'après la loi et la convention annexée, on a suivi un système absolument différent de celui de la garantie d'intérêt.

Le département a pris à sa charge toutes les dépenses d'infrastructure dans les déviations, plus une partie de celles des gares et stations. Il a de plus donné une subvention de 29 500 francs par kilomètre au concessionnaire pour tous les autres travaux de superstructure et pour le matériel roulant. On peut donc admettre que le département a payé tous les frais de premier établissement, qui, en 1890, s'élevaient à 2 602 292 francs, soit à 56 009 fr. 60 par kilomètre.

La durée de la concession est de trente ans seulement.

Pour des recettes inférieures à 3 500 francs par kilomètre, il y a insuffisance. Au-dessus de 3 500 francs, il y aura excédent de recette ; ces excédents seront d'abord appliqués à couvrir les insuffisances des exercices précédents avec intérêts à 5 °/₀ ; ensuite le concessionnaire en conservera les trois quarts pour couvrir les insuffisances de deux autres lignes de la Sarthe, et un quart appartiendra au département, qui en consacrera aussi la moitié pour couvrir les insuffisances des mêmes lignes.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 2 °/₀ du capital de premier établissement, soit actuellement à 1 120 fr. 20 par kilomètre.

Elle sera touchée par le département.

La formule d'exploitation pour l'application de la loi est la suivante :

$$F = 2500 + \frac{R}{4}.$$

Voyons les résultats.

Les recettes et les dépenses kilométriques ont été les suivantes :

	Recettes	Dépenses
1889 . . . . . Fr.	2.317 41	2.128 13
1890	2.704 49	2.293 98

En ce qui concerne l'Etat, il paiera son maximum tant que les recettes kilométriques ne dépasseront pas 3 500 francs. A partir de ce moment, comme le département recevra du concessionnaire $\frac{R - 3500}{4}$, la subvention de l'Etat diminuera de la moitié de cette somme et deviendra égale à $1120{,}20 - \frac{1}{8}(R - 3500) = 1557{,}7 - \frac{R}{8}$, jusqu'à ce que la limite indiquée pour cette formule rencontre le cinquième maximum I — G.

$$\text{Or, } I = 0{,}05 \times 5609{,}60 + 2500 + \frac{R}{4} - R = 5300{,}5 - \frac{3}{4}R.$$

$$I - G = 4180{,}30 - \frac{3R}{4}.$$

Le point de rencontre aura lieu pour une recette de 4 196 francs. A partir de ce point, la subvention de l'Etat diminuera suivant la formule I — G et deviendra nulle quand les recettes atteindront 5 574 francs (2).

En ce qui concerne le département, il a payé 56 009 fr. 60 par kilomètre, et en admettant qu'il ait emprunté cette somme à 4,20 °/₀ avec amortissement en quatre-vingt-dix-neuf ans, ce que nous ferons toujours pour avoir une comparaison, son annuité kilométrique peut donc être évaluée à :

$56\,609{,}60 \times 0{,}0427$ . . . . . Fr.	2.391 60
Et comme il reçoit de l'Etat.	1.120 20
Sa charge kilométrique n'est plus que de	1.271 40

Le département supportera cette charge tant que les recettes n'atteindront pas 3 500 francs et, sans tenir compte du remboursement des insuffisances des exercices précédents, du reversement prévu pour les insuffisances d'autres lignes de chemin de fer, ce qui n'est qu'une convention particulière, le département recevra le quart de l'excédent, soit :

$$\frac{R - 3500}{4}.$$

Mais, comme la subvention de l'Etat diminuera de la moitié de cette somme, le département ne bénéficiera que de $\frac{R - 3500}{8}$. Il gagnera donc quelque chose tant que les recettes seront inférieures à 4 196 fr., et pour cette recette il touchera en plus $\frac{4196 - 3500}{8} = 87$ francs par kilomètre. Mais pour des recettes comprises entre 4 196 francs et 5 474 francs, c'est-à-dire depuis le moment où la subvention de l'Etat diminuera suivant la formule I — G, jusqu'à celui où elle deviendra nulle, le département verra ses charges augmenter, parce que la subvention de l'Etat diminuera plus vite que n'augmentera le quart de l'excédent fourni par le concessionnaire. Ainsi, au point extrême, pour une recette de 5 474 francs, la subvention de l'Etat s'annulera ; le département touchera donc en moins 1 120 fr. 20 par kilomètre et il ne recevra encore du concessionnaire que $\frac{5474 - 3500}{4} = 493$ fr. 50.

Ses charges kilométriques seront donc augmentées de (1 120,20 — 493,50 =) 626,70.

Il y a là, suivant nous, une anomalie regrettable, qui est sans doute passée inaperçue lors de la rédaction de la convention, et qui vient surtout de l'application, d'ailleurs contestée, du cinquième maximum de la subvention de l'Etat, I — G.

A partir de 5 474 francs de recettes, les charges du département diminueront et il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880 lorsque les recettes atteindront 7 813 francs.

En raison du peu de durée de la concession, il est peu probable que les recettes atteignent ces dernières sommes avant son expiration. Il est donc inutile d'étudier ce qui passerait alors.

En ce qui concerne le concessionnaire, bien que ses insuffisances portent intérêts, il a avantage à développer le trafic, puisqu'il conserve l'intégralité de la recette jusqu'à 3 500 francs et qu'il ne sera remboursé de ses insuffisances que lorsque les recettes dépasseront ce chiffre.

En résumé, en 1890, pour une recette de 2 704 francs par kilomètre :

L'Etat a payé. . . . . Fr.	1.120 20
Et le sacrifice du département peut être évalué à	1.271 40
TOTAL.	2.391 60

Ces sommes sont relativement faibles et de plus le concessionnaire a grand intérêt à développer le trafic, à l'avantage du public.

Enfin il y a lieu de remarquer qu'avec cette convention et contrairement à ce qui se passe avec le système de la garantie d'intérêt, où le concessionnaire est le débiteur du département et de l'Etat pour toutes les insuffisances, c'est le département qui est le débiteur du concessionnaire pour toutes les insuffisances au-dessous de 3 500 fr. de recettes. De plus, à l'expiration de la concession de trente ans, le département sera libéré de plein droit, quel que soit le compte des insuffisances.

N° 22 bis. Département de la Sarthe (Ligne du Grand-Lucé à la Chartre, tramway). — Cette ligne, d'une longueur de 17 721^{m} 30, a été déclarée d'utilité publique par le décret du 23 juin 1883 et a été mise en exploitation le 1er mai 1884.

D'après le décret et la convention, on a suivi un système absolument différent de celui de la garantie d'intérêt.

Le département a pris à sa charge toutes les dépenses d'infrastructure dans les déviations et il a donné une subvention de 29 500 francs par kilomètre au concessionnaire pour tous les autres travaux et pour le matériel roulant. On peut donc admettre que le département a payé tous les frais de premier établissement, qui étaient évalués à 776 600 francs et qui se sont élevés en réalité à 715 867 fr. 52, soit à 40 396 francs par kilomètre.

La durée de la concession est de 27 années seulement.

Pour des recettes inférieures à 3 500 francs par kilomètre, il y a insuffisance. Quand elles dépasseront 3 500 francs, l'excédent servira d'abord à couvrir les insuffisances des années précédentes, intérêts compris ; ensuite le concessionnaire conservera les trois quarts de l'excédent et le département en recevra un quart.

Le maximum de la subvention de l'Etat a été fixé à 2 °/₀ du capital de premier établissement, soit à 807 fr. 92 par kilomètre. Elle est toujours encaissée par le département. Aucune formule d'exploitation n'a été indiquée et par suite, pour l'application des dispositions de la loi de 1880, il faudra prendre les dépenses réelles d'exploitation.

Voyons les résultats.

Les dépenses et les recettes kilométriques ont été les suivantes :

	Dépenses	Recettes
1885. . . . . Fr.	2.559	1.991
1886.	2.667	1.976
1887.	2.374	1 914
1888.	2.205	1.891
1889.	2.074	1.942
1890.	2.270	2.150

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum et il le paiera sans doute encore longtemps. Sa subvention ne diminuera que lorsque

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 15, p. 238 ; n° 16, p. 256 ; n° 17, p. 283 ; n° 18, p. 297 ; n° 19, p. 312 ; n° 20, p. 328.

(2) Cette interprétation de la loi, qui est celle de la circulaire de 1887, est contestée, ainsi que nous l'avons vu pour le département du Nord. Il y a lieu d'attendre, pour être fixé, la décision de la commission supérieure.

Digitized by Google

les recettes dépasseront 3 500 francs, et elle deviendra nulle quand on aura :

$$I - G = 0.$$

Or $I - G = 2\,019$ fr. $80 + F - R - G = 1\,211$ fr. $88 + F - R$.

La subvention de l'Etat ne s'annulera donc que lorsque les recettes dépasseront les frais réels d'exploitation de 1 211 fr. 88 au moins.

Il est difficile de savoir quand ce fait se produira, car actuellement les recettes sont encore inférieures aux frais d'exploitation.

En ce qui concerne le département, il a payé 40 396 francs par kilomètre, et en admettant qu'il ait emprunté à 4,20 % avec amortissement en 99 ans, ce que nous ferons toujours pour avoir une comparaison, son annuité kilométrique peut être évaluée à :

$40.396 \times 0{,}0427 =$	Fr.	1.724 90
Et comme il reçoit de l'Etat		807 92
Sa charge kilométrique n'est plus que de .	Fr.	916 98

Quand les recettes dépasseront 3 500 francs, le département touchera le quart de l'excédent et ses charges diminueront, mais il arrivera une période où ses charges augmenteront par suite de la diminution de la subvention de l'Etat.

En effet, supposons une recette de 4 000 francs et admettons, ce qui est possible, un coefficient d'exploitation égal à 0,80, les frais réels d'exploitation seront égaux à 3 200 francs, on aura alors :

$$I - G = 1\,211 \text{ fr. } 88 + 4\,000 - 3\,200 = 411 \text{ fr. } 88.$$

La subvention kilométrique de l'Etat sera donc fixée à 411 fr. 88 au lieu de 807 fr. 92, soit une diminution de 396 francs, et le département ne touchera encore du concessionnaire par kilomètre que :

$$\frac{4\,000 - 3\,500}{4} = 125 \text{ francs.}$$

Il y perdra donc 271 francs par kilomètre et ses charges seront augmentées d'autant.

Il y a là sans doute une anomalie qui a dû passer inaperçue.

En ce qui concerne le concessionnaire, bien que ses insuffisances portent intérêts, il a avantage à développer le trafic, parce qu'il conserve l'intégralité de la recette jusqu'à 3 500 francs, et qu'il ne sera remboursé de ses insuffisances que lorque les recettes dépasseront ce chiffre.

En résumé, et pour 1890, où la recette kilométrique a été de 2 150 francs :

L'Etat a payé.	Fr.	808
Et l'annuité du département peut être évaluée à. .		917
TOTAL.	Fr.	1.725

L'Etat et le département paieront longtemps la même somme, mais elle est relativement très faible et, de plus, le concessionnaire a grand avantage à développer le trafic.

Comme pour la ligne précédente, c'est le département qui doit les insuffisances au concessionnaire et il sera entièrement libéré à la fin de la concession, quoi qu'il arrive.

N° 23. Département de Loir-et-Cher. — Les lignes de Blois à Ouzouer-le-Marché et de Blois à La Motte-Beuvron, d'une longueur totale de 110k 144, ont été déclarées d'utilité publique par le décret du 23 décembre 1886 et ont été mises en exploitation en septembre et novembre 1889.

D'après le décret et la convention, le département a confié la construction des lignes à un concessionnaire, moyennant un forfait de 40 000 francs par kilomètre, et le concessionnaire doit les exploiter pendant une durée de 50 ans (sous réserve de la faculté pour le Département de faire cesser la concession à l'expiration de la trentième année), à ses risques et périls aux conditions suivantes. Tant que la recette brute restera inférieure à 3 500 francs, le concessionnaire en conservera l'intégralité et il y aura insuffisance; il y aura excédent de recette quand cette recette dépassera 3 500 francs. Dans ce cas, la totalité de cet excédent servira à couvrir les insuffisances des exercices précédents; ensuite le concessionnaire conservera, outre les 3 500 francs, les trois quarts de l'excédent et un quart reviendra au Département.

Conformément au décret de 1882, la subvention en capital du Département a été transformée en une annuité à 4 %, ce qui fait 1 600 francs par kilomètre, et comme c'est le Département qui doit toucher la subvention de l'Etat, le maximum de cette dernière a été fixée à 800 francs par kilomètre.

La formule d'exploitation est la suivante :

$$F = 2\,500 + \frac{R}{4}.$$

Voyons les résultats :

Les recettes brutes kilométriques ont été :

En 1889, de	Fr.	1,416
1890, de		1,566

En ce qui concerne l'Etat, il a payé son maximum, et en faisant le graphique de la circulaire de 1887, on voit qu'il le paiera toujours tant que la recette brute ne dépassera pas 3 500 francs, et que sa subvention deviendra nulle quand la recette atteindra 4 933 francs par application du 5e maximum I — G.

En ce qui concerne le Département, il a payé 40 000 francs par kilomètre, et en supposant qu'il ait emprunté ce capital à 4,20 % avec amortissement en 99 ans, ce que nous faisons toujours pour avoir une comparaison entre les différentes lignes, son sacrifice annuel kilométrique peut être évalué à

$$40\,000 \times 0{,}0427 = 1\,708.$$

Comme il reçoit 800 francs de l'Etat, sa charge annuelle n'est plus que de 908 francs par kilomètre.

Quand les recettes dépasseront 3 500 francs, le Département touchera bien un quart de l'excédent, mais comme la subvention de l'Etat diminuera rapidement suivant la formule I — G, sa charge annuelle augmenterait avec les recettes, si l'article 6 de la convention n'avait pas prévu que le concessionnaire serait tenu de parfaire au Département la somme de 800 francs. Sa charge annuelle restera donc invariable tant que la recette brute n'atteindra pas 6 700 francs. On peut dire, par suite, que le département a construit le tramway comme il construit les routes, sans espérance d'en tirer bénéfice d'ici fort longtemps.

En ce qui concerne le concessionnaire, il a certainement réalisé un bénéfice sur son forfait de construction, mais il exploite à ses risques et périls; les insuffisances pourront lui être remboursées en partie, quand la recette brute dépassera 3 500 fr.; de plus, elles ne portent pas intérêt. Dès lors, il a tout avantage à développer le trafic, puisqu'il conserve l'intégralité de la recette jusqu'à 3 500 francs.

En résumé, pour une recette brute de 1 566 francs, en 1890,

L'Etat a payé.	Fr.	800
Et le département.		908
TOTAL.	Fr.	1.708

La subvention de l'Etat ne diminuera que quand la recette dépassera 3 500 fr. Celle du département restera invariable. Ces subventions sont relativement faibles, et de plus le concessionnaire a tout intérêt à développer le trafic au grand avantage du public.

Enfin, il y a lieu de remarquer, comme nous l'avons fait pour la Sarthe, que, contrairement à ce qui se passe avec le système de la garantie d'intérêt où le concessionnaire est le débiteur du département et de l'Etat pour toutes les insuffisances, c'est le département qui est le débiteur du concessionnaire pour toutes les insuffisances au-dessous de 3 500 francs de recettes kilométriques.

Note relative au calcul de la subvention due par l'Etat. — En étudiant, dans le chapitre Ier, chacune des conventions, nous avons admis que nos lecteurs connaissaient les dispositions de la loi du 11 juin 1880 et les explications de la circulaire du 26 septembre 1887, qui détermine les différentes manières de calculer la subvention due par l'Etat. Il n'est peut-être pas inutile de résumer le plus brièvement possible les dispositions de la loi et de ladite circulaire, en rappelant d'abord la signification des annotations employées, qui sont les suivantes :

A représente le capital de premier établissement par kilomètre;
R — la recette brute (impôts déduits) par kilomètre;
F — les frais d'exploitation par kilomètre;
I — l'insuffisance kilométrique;
G — la subvention kilométrique du département
S — la subvention kilométrique de l'Etat.

Il y a deux cas à considérer :

PREMIER CAS. — *Système de la garantie d'intérêt.* — D'après l'article 13, relatif aux chemins de fer d'intérêt local, et l'article 36, relatif aux tramways, de la loi du 11 juin 1880, il faut, *pour que l'Etat intervienne, que la recette brute soit insuffisante pour couvrir les frais d'exploitation et 5 % du capital de premier établissement*, c'est-à-dire que l'on ait :

$$R < 0{,}05\,A + F.$$

L'insuffisance à couvrir a pour valeur

$$I = 0{,}05\,A + F - R.$$

Comme les mêmes articles de la loi portent que l'Etat peut subvenir au paiement de l'insuffisance I, à condition qu'une partie au moins équivalente soit payée par le département ou les communes, la subvention de l'Etat est d'abord limitée par un premier maximum, qui est le suivant :

$$\tfrac{1}{2} I = \frac{0{,}05\,A + F - R}{2}. \qquad [1]$$

Les deuxièmes paragraphes des mêmes articles de loi portent que la subvention de l'Etat *sera formée en ajoutant 500 francs au quart de la somme nécessaire pour élever la recette brute à un chiffre déterminé* m .

$m = 10\,000$ francs pour les chemins de fer d'intérêt local susceptibles de recevoir les véhicules des grands réseaux;

$m = 8\,000$ francs pour les chemins de fer d'intérêt local qui ne peuvent recevoir ces véhicules;

$m = 6\,000$ francs pour les tramways.

Il en résulte que la subvention de l'Etat est limitée par un deuxième maximum qui a pour valeur

$$500 \text{ francs} + \frac{m - R}{4}. \qquad [2]$$

Les troisièmes paragraphes des mêmes articles de loi portent qu'en aucun cas la subvention de l'Etat ne pourra élever la recette brute au-dessus de $m + 500$ francs, et comme le département ou la commune doit toujours payer une subvention au moins équivalente, il en résulte que la subvention de l'Etat est limitée par un troisième maximum qui a pour valeur

$$\tfrac{1}{2}\,(m + 500 - R) \qquad [3]$$

Digitized by Google

Pour bien faire comprendre le moyen de calculer la subvention de l'Etat, nous croyons devoir donner un exemple :

Admettons un tramway, pour lequel on ait

$$A = 52\,000 \text{ francs}$$

et où la formule d'exploitation soit $F = 2\,000 + \frac{R}{3}$. On aura :

$$I = 0{,}05 \times 52\,000 \text{ francs} + 2\,000 \text{ francs} + \frac{R}{3} - R$$

ou $$I = 4\,600 \text{ francs} - \frac{2}{3}R,$$

et le premier maximum deviendra

$$\tfrac{1}{2} I = 2\,300 - \frac{R}{3}. \qquad [1]$$

Comme il s'agit d'un tramway, le deuxième maximum

$$500 + \frac{m - R}{4}$$

deviendra $$500 + \frac{6\,000 - R}{4} = 2\,000 - \frac{R}{4} \qquad [2]$$

et le troisième maximum $\frac{1}{2}(m + 500 - R)$ deviendra

$$\tfrac{1}{2}(6\,000 + 500 - R) = 3\,250 - \frac{R}{2}. \qquad [3]$$

Représentons graphiquement (fig. 1) ces résultats, en prenant pour abscisses les recettes brutes et pour ordonnées les subventions ; la ligne CE représente les insuffisances, la ligne C'E le premier maximum, la ligne KH le deuxième maximum et la ligne PL le troisième maximum.

Le premier et le deuxième maximum se rencontrent au point U, pour une recette brute de 3 600 francs et une subvention de 1 100 francs. Le troisième et le premier maximum se rencontrent au point Q, pour une recette de 5 700 francs et une subvention de 400 francs.

Enfin, comme l'Etat a toujours limité son maximum dans le dé-

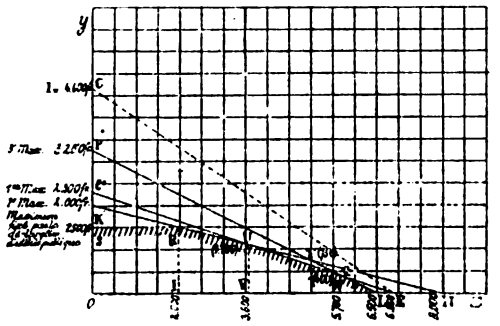


FIG. 1.

cret ou la loi qui déclare l'utilité publique, admettons que cette limite soit de 1 500 francs par kilomètre ; nous pourrons tracer la ligne SR, qui sera encore un maximum.

Par suite, si les recettes brutes sont comprises entre 0 et 2 000 francs, la subvention de l'Etat restera fixée à 1 500 francs, conformément à la loi ou au décret.

Si les recettes brutes sont comprises entre 2 000 et 3 600 francs, on appliquera le deuxième maximum, et la subvention de l'Etat variera de 1 500 à 1 100 francs. Si les recettes brutes sont comprises entre 3 600 et 5 700 francs, on appliquera le premier maximum, et la subvention de l'Etat variera de 1 100 à 400 francs. Si les recettes brutes sont comprises entre 5 700 et 6 500 francs, on appliquera le troisième maximum, et la subvention de l'Etat variera de 400 à 0.

Naturellement on trouve des cas où certains maximums ne sont pas applicables.

De plus, lorsque la formule d'exploitation varie suivant les recettes brutes, il faut en tenir compte, et le problème est plus compliqué.

Enfin, lorsque le département s'est engagé, comme c'est le cas le plus général, à subvenir à l'insuffisance totale, déduction faite de la subvention de l'Etat, la subvention kilométrique du département est indiquée par les différences des ordonnées des deux lignes CE et SRUQL.

DEUXIÈME CAS. — *Subvention fixe du département en capital.* — Nous supposerons que la subvention de l'Etat est touchée par le concessionnaire.

Nous trouvons d'abord, comme dans le premier cas, le premier maximum :

$$\tfrac{1}{2} I = \frac{0{,}05 A + F - R}{2}. \qquad [1]$$

En second lieu, l'article 12 du décret du 20 mars 1882 a prescrit d'évaluer et de transformer le capital fourni par le département en annuités, au taux de 4 %. Si nous appelons G cette annuité, la subvention annuelle de l'Etat ne devra pas la dépasser ; nous aurons donc un deuxième maximum

$$G. \qquad [2]$$

Les deuxièmes paragraphes des articles 13 et 36 nous donnent, comme précédemment, un troisième maximum

$$500 + \frac{m - R}{4}. \qquad [3]$$

Comme on admet, conformément au décret de 1882, que le concessionnaire reçoit du département une subvention annuelle égale à G, les troisièmes paragraphes des articles de loi précités donnent un quatrième maximum.

$$m + 500 - R - G. \qquad [4]$$

Enfin, en s'appuyant sur la dernière phrase des troisièmes paragraphes des articles 13 et 36, qui dit que la subvention de l'Etat ne doit pas attribuer au capital de premier établissement plus de 5 % par an, la circulaire de 1887, qui suppose toujours que l'annuité G est donnée par le département au concessionnaire, a admis un cinquième maximum

$$I - G. \qquad [5]$$

Prenons un exemple, et supposons

$$A = 100\,000 \text{ francs},$$

$$F = 2\,400 + \frac{R}{3},$$

$$m = 10\,000 \text{ francs}.$$

Supposons en outre que le département ait fourni par kilomètre un capital de 50 000 francs, qui équivaut, d'après le décret de 1882, à une annuité de 2 000 francs, on aura alors :

$$I = 7\,400 - \frac{2}{3} R$$

et les cinq maximums auront les valeurs suivantes :

$$\tfrac{1}{2} I = 3\,700 - \frac{R}{3}; \qquad [1]$$

$$G = 2\,000; \qquad [2]$$

$$500 + \frac{m - R}{4} = 3\,000 - \frac{R}{4}; \qquad [3]$$

$$m + 500 - R - G = 8\,500 - R; \qquad [4]$$

$$I - G = 5\,400 - \frac{2}{3} R. \qquad [5]$$

Faisons le graphique (fig. 2) comme précédemment :

Les deuxième et troisième maximums se rencontrent au point Q, pour des recettes brutes égales à 4 000 francs.

Le troisième et le cinquième maximum se rencontrent au point R, pour des recettes brutes égales à 5 760 francs et une subvention de 1 560 francs.

Par suite, et à la condition que l'Etat n'ait pas fixé par la loi déclarative d'utilité publique un maximum inférieur à G, tant que les recettes brutes seront comprises entre 0 et 4 000 francs, la subvention

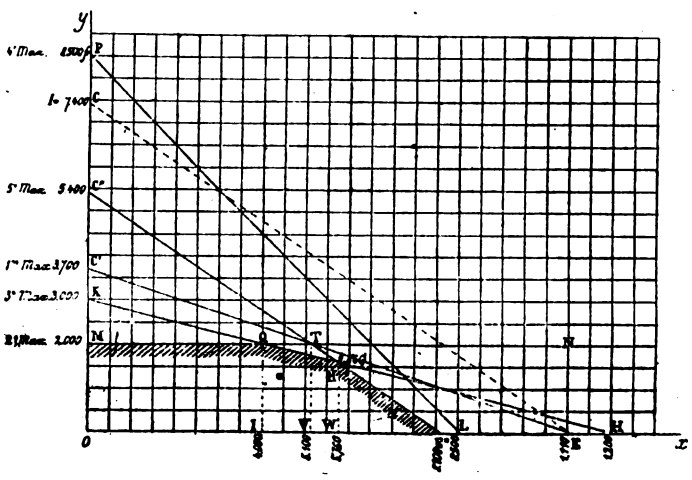


FIG. 2.

de l'Etat sera égale à G ou à 2 000 francs. Si les recettes sont comprises entre 4 000 et 5 760 francs, on appliquera le troisième maximum, et la subvention de l'Etat variera de 2 000 à 1 560.

Si les recettes brutes sont comprises entre 5 760 et 8 100 francs, on appliquera le cinquième maximum, et la subvention de l'Etat variera de 1 560 à 0.

Le quatrième maximum ne sera pas applicable à l'espèce ; quant au premier, $\frac{1}{2} I$, comme il se rencontre nécessairement en un même point T avec le deuxième et le cinquième maximum, il n'est jamais appliqué.

Si, comme dans la convention de Loir-et-Cher, la subvention de l'Etat est touchée par le département et si le département paie la totalité des frais de premier établissement (40 000 francs par exemple), on transforme ce capital en annuités à 4 %, ce qui fait 1 600 francs par kilomètre ; mais comme il faut toujours que la subvention du

Digitized by Google

département soit au moins égale à celle de l'Etat, on admet que l'Etat ne doit payer au maximum que la moitié de cette annuité ou 800 francs, c'est-à-dire 2 % du capital de premier établissement.

Tels sont les principes adoptés par la circulaire de 1887. Mais, ainsi que nous l'avons vu pour la convention du département du Nord, certaines dispositions de détails sont encore discutées et discutables.

H. Heude,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

CORRESPONDANCE

Application de la loi du 11 juin 1880 à une demande en concession de tramways.

A Monsieur le Rédacteur en chef du *Génie Civil*,

Monsieur,

Nous avons eu, dans le département des Basses-Pyrénées, l'occasion d'étudier les propositions faites au département en vue d'obtenir la concession d'un réseau de tramways avec application de la loi du 11 juin 1880. Le capital de premier établissement est fixé à forfait à 55 000 francs par kilomètre. Le barème forfaitaire proposé pour le calcul des dépenses d'exploitation en fonction de la recette brute est :

$$D = 2000 + \frac{R}{3}.$$

Jamais les subventions totalisées du département et de l'Etat, s'ajoutant à la recette brute, ne doivent assurer au capital forfaitaire de premier établissement une rémunération supérieure à 5 %. Le projet de convention étudié dans les Basses-Pyrénées porte d'ailleurs que la subvention du département pourra atteindre 1 000 francs par kilomètre sans dépasser cette valeur.

L'étude dont nous présentons les résultats admet que la subvention de l'Etat est astreinte à la même condition.

La subvention de l'Etat reste, d'autre part, soumise aux limites fixées par la loi du 11 juin 1880 expliquées en détail dans la circulaire du Ministre des Travaux Publics du 26 septembre 1887 :

En désignant par :

A le capital de premier établissement par kilomètre fixé à forfait dans l'acte de concession (55 000 francs dans le cas particulier);

R la recette brute par kilomètre;

F la dépense en frais d'exploitation par kilomètre;

I l'insuffisance kilométrique à laquelle l'Etat peut subvenir pour partie;

S la subvention kilométrique annuelle de l'Etat;

G la subvention kilométrique annuelle du département (comprenant, s'il y a lieu, celle des communes ou autres), on doit avoir pour toute valeur de la recette brute

$$S = \frac{1}{2} I \qquad [1]$$

$$S = G \qquad [2]$$

$$S = 500 + \frac{m - R}{4} \qquad [3]$$

$m = 6\,000$ francs pour les tramways, cas de notre étude.

La formule [3] cesse d'être applicable dès que $m \geq R$. Elle donne donc pour les valeurs de la recette brute comprise entre 0 et m un troisième maximum que la subvention de l'Etat ne peut pas dépasser.

On trouve, en outre, une quatrième limite à la subvention de l'Etat définie dans la circulaire du 26 septembre 1887 par l'inégalité :

$$S \leqslant (m + 500 - R) - G \qquad [4]$$

et une cinquième : $S \leqslant I - G$ [5]

Nous avons exprimé sur le graphique ci-joint (fig. 1) les cinq maxima pour chaque valeur de la recette brute en fonction de ladite recette brute, en supposant qu'il s'agit d'un tramway, c'est-à-dire faisant $m = 6\,000$ francs.

La subvention de l'Etat fonctionne dans l'espèce en vue d'élever la recette totale (y compris la subvention du département) à 6 500 fr., en n'assurant pas toutefois plus de 5 % au capital A et satisfaisant aux diverses conditions précédemment énoncées.

Le périmètre limite de la subvention de l'Etat est représenté sur le graphique ci-joint par le polygone *OoabcdeO*.

Pour la subvention du département, le périmètre limite est le polygone *oαxβγδedcbao*.

Pour chaque valeur de la recette brute prise sur l'axe des abscisses, la valeur de la subvention de l'Etat ou du département est donnée par la portion d'ordonnée comprise entre les deux périmètres précédents.

Tant que la recette brute reste au-dessous de 4 000 francs, la subvention de l'Etat, comme celle du département, reste égale à son maximum de 1 000 fr.

Entre 4 000 fr. et 4 250 fr. environ (points A et B), la subvention de l'Etat atteint la valeur définie par l'équation

$$S = 500 + \frac{6\,000 - R}{4}.$$

Elle suit la ligne ab et diminue.

La subvention du département reste constante et égale à 1 000 fr. en suivant la ligne $\alpha\beta$.

Au point B, la recette totale atteint la ligne de dépense totale.

De 4 250 fr. à 4 600 fr. (points B et C), la subvention du département commence à diminuer à son tour en suivant la ligne $\beta\gamma$.

La subvention de l'Etat diminue toujours tout en restant inférieure à la subvention du département ainsi qu'à la moitié de l'insuffisance, mais elle devient bientôt égale à la subvention du département, et c'est ce qui se produit au point C, où la droite ωc coupe la droite $\frac{I}{2}$.

A partir du point C et jusqu'au point D, c'est-à-dire de 4 600 fr. à 5 250 fr. de recette brute environ, les deux subventions restent égales.

Mais au point D, la recette totale atteint 6 500 fr.; la loi veut alors que les subventions n'interviennent plus que pour maintenir cons-

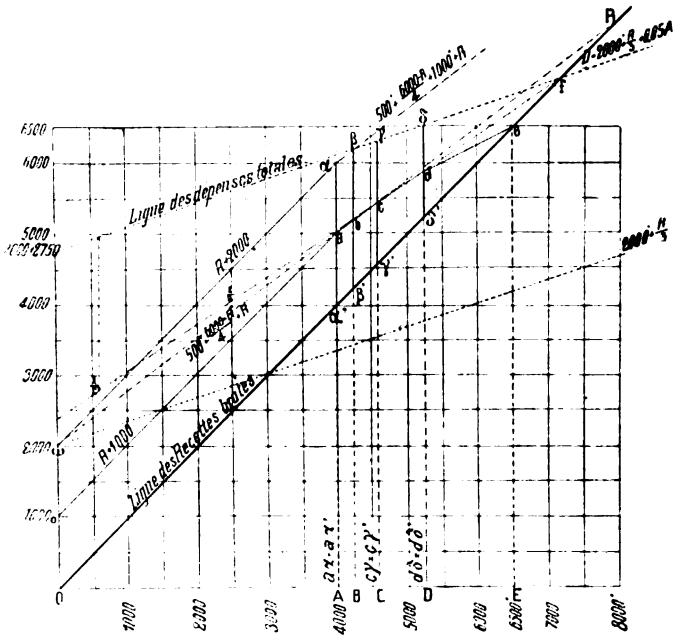


Fig. 1.

tante cette recette. L'épure montre qu'elles se partagent également le déficit en diminuant chacune jusqu'à zéro, valeur qu'elles atteignent ensemble quand la recette brute est arrivée à 6 500 fr.

Cette épure met bien en évidence l'influence de la formule d'exploitation ainsi que celle du maximum absolu de $m + 500$, soit 6 500 fr. pour les tramways, fixé par la loi du 18 juin 1880.

Il résulte en effet du graphique que, si entre les points D et E le concessionnaire n'est pas assuré de faire sur sa formule d'exploitation des bénéfices au moins égaux à son déficit, il aura tout intérêt à maintenir son chiffre de recette brute inférieur à celui qui correspond au point D, soit à 5 250 fr.

En admettant la formule $2\,000 + \frac{R}{3}$ pour la dépense d'exploitation et supposant que cette formule représente vraiment ladite dépense pour des valeurs de la recette brute supérieures à 5 250 fr., le graphique met en évidence cette conclusion bizarre, déjà connue, que le concessionnaire a intérêt à ne pas développer le trafic et à maintenir sa recette brute au-dessous de 5 250 fr. par kilomètre.

Si dans le projet de convention on veut éviter cette anomalie que révèle sur la figure le triangle *def*, il suffit, étant donné le capital forfaitaire A et la fraction $\frac{1}{n}$ de la recette brute que l'on veut introduire dans la formule des dépenses d'exploitation $F = K + \frac{R}{n}$, de calculer la constante K de manière à faire passer la ligne des dépenses totales D par le point *e*.

Dans notre cas particulier, où $A = 55\,000$ fr. et $\frac{1}{n} = \frac{1}{3}$, on trouve

$$K = 6\,500 \text{ fr.} - \frac{6\,500}{3} - 2\,750 \text{ fr.} = 1\,583 \text{ fr.}$$

La formule d'exploitation à introduire dans l'acte de concession pour que le concessionnaire voie son déficit diminuer régulièrement à mesure que la recette brute augmente, sera donc

$$F = 1\,583 \text{ fr.} + \frac{R}{3}.$$

La méthode que nous indiquons permet d'effectuer très rapidement l'étude de tout projet de convention basé sur la loi du 11 juin 1880 et d'embrasser d'un coup d'œil les diverses situations que présentera l'entreprise, suivant l'état de sa recette brute kilométrique annuelle.

Veuillez agréer, etc.

Therel,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

Élasticimètre Neel et Clermont.

Paris, le 10 mars 1892.

A Monsieur le Rédacteur en chef du *Génie Civil.*

Monsieur,

Dans le savant article que vous avez publié dans votre numéro du 20 février 1892, M. Mussy veut bien à diverses reprises faire mention de l'élasticimètre Neel. En l'en remerciant, je crois devoir vous faire observer que cette dénomination est incomplète. C'est sous le nom d'élasticimètre Neel et Clermont que doit être connu l'appareil. Il a été, en effet, imaginé par M. Clermont et par moi et construit sous notre double direction, alors que M. Clermont, Ingénieur des Arts et Manufactures, était mon collaborateur à l'atelier des essais de la Compagnie P.-L.-M. en sa qualité de sous-chef de cet atelier.

Je vous serai fort obligé, Monsieur, de vouloir bien porter cette rectification à la connaissance des lecteurs du *Génie Civil*.

Veuillez agréer, etc.

L. Neel,
Ingénieur civil des Mines.
Chef des essais de la Cie de P.-L.-M.

Sur les déformations élastiques des arcs.

A Monsieur le Rédacteur en Chef du *Génie Civil.*

Monsieur,

Je ne crois pas pouvoir laisser sans réponse la lettre de M. Bertrand de Fontviolant parue dans le *Génie Civil* du 19 mars, et je vous demande la permission, pour clore la discussion, de dire un dernier mot à ce sujet.

M. Bertrand de Fontviolant, rapporteur de mon travail à la Société des Ingénieurs civils, me disait le 11 décembre 1891, c'est-à-dire, neuf jours après le dépôt de mon mémoire, que la première note de celui-ci, relative aux déplacements élastiques dans les arcs, lui apprenait une chose nouvelle : *le parallélisme de la ligne de fermeture du polygone des déplacements linéaires et des tangentes à ce polygone aux points correspondant aux sections de déplacement angulaire nul.*

Depuis lors, M. Bertrand de Fontviolant, sans attendre l'impression de mon travail dans le bulletin de la Société, a présenté à l'Académie des Sciences une note ayant le même fond que la mienne. C'est là ce qui m'a obligé à vous demander une première fois l'hospitalité dans le *Génie Civil.*

M. Bertrand de Fontviolant écrit qu'on lira dans le même bulletin de la Société des Ingénieurs, mon travail et le sien. Cette considération motive et renforce, j'en suis convaincu, ma protestation, car nos deux notes étant semblables quant au fond, je désire que l'on sache laquelle est *la première en date.*

Enfin, pour terminer, je ferai courtoisement remarquer à M. Bertrand de Fontviolant que je n'ai pas, comme il le pense, « faussé compagnie » à mes honorables collègues de la Société qui veulent bien s'arrêter devant ma revendication de priorité. J'ai jugé seulement que le *Génie Civil* était une tribune technique à laquelle je pouvais m'adresser, indépendamment de ce que la Société des Ingénieurs Civils veut bien rechercher, et cela, afin de faire la pleine lumière sur ma modeste, mais légitime revendication : voilà pourquoi je me suis adressé au *Génie Civil* et il n'y a pas d'autre raison.

Veuillez agréer, etc.

F. Chaudy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INFORMATIONS

Société pour l'étude de la participation aux bénéfices.

La *Société pour l'étude de la participation aux bénéfices*, reconnue d'utilité publique (1) a tenu, le dimanche 20 mars, sous la présidence de M. Léon Say, dans l'hôtel des Chambres syndicales du Bâtiment, sa treizième assemblée générale, avec le concours de MM. Frédéric Bertrand, Mozet et S. de Heredia, ancien ministre des Travaux publics, qui a fait une communication sur la participation dans les bénéfices appliquée statutairement aux cochers des voitures de la Société « l'Abeille ».

Le même jour, dans le même hôtel, 3, rue de Lutèce, a été inauguré le « *Musée-Bibliothèque de la Participation, de la Coopération et des Syndicats professionnels* », continuation, sous forme d'exposition permanente et publique, des sections II et III du groupe de l'Economie sociale à l'Exposition de 1889 (Esplanade des Invalides).

Créé et organisé par la Société de participation avec le concours et l'appui des Chambres syndicales et des anciens membres du Jury de 1889, ce musée partiel est un acheminement à la constitution, si nécessaire et si urgente, du futur Musée d'Économie sociale qui comprendra les seize Sections du groupe tout entier.

Le Musée-Bibliothèque de la rue de Lutèce est appelé à devenir un grand centre d'informations et de propagande. Il ouvrira libéralement ses archives. Il établira de très précieuses relations entre la Société de participation, les patrons, les associations ouvrières, les coopérateurs, le monde syndical et les hommes d'études français ou étrangers qui cherchent à étudier d'une manière pratique les problèmes sociaux pour trouver et vulgariser des solutions conformes à ces trois principes : — Association, — Liberté du travail, — Propriété individuelle.

D'heureux succès déjà constatés prouvent que les syndicats professionnels industriels, agricoles ou commerciaux, patronaux, ouvriers ou mixtes, pourvus des connaissances techniques indispensables, pourront et devront être, chacun dans sa sphère, urbaine ou rurale, les promoteurs et les organisateurs de la coopération sous toutes ses formes (consommation, production, crédit, habitations à bon marché), de la participation aux bénéfices et de toutes les autres institutions ouvrières d'enseignement professionnel, de mutualité, d'assurance, de prévoyance et d'épargne.

Le nouveau Musée-Bibliothèque sera ouvert gratuitement au public à partir du 21 mars. Le Bibliothécaire choisi est M. Constant Deville, ancien ouvrier bijoutier, membre du Conseil supérieur du Travail.

(1) Le siège social de cette Société est 20, rue Bergère, à Paris.

Bateau de sauvetage Sims-Edison.

MM. Sims et Edison, les inventeurs de la torpille électrique automobile, dont les expériences, qui ont fait ici l'objet d'un compte rendu (1), eurent lieu l'année dernière, aux Forges et Chantiers de la Méditerranée, viennent de faire l'application des mêmes principes aux canots de sauvetage.

Les canots de sauvetage, que l'on a tant de peine à envoyer au secours des navires en perdition et des marins naufragés et qui affrontent dans leur œuvre de dévouement des dangers auxquels ils succombent trop fréquemment, pourraient une fois construits d'après le système Sims et Edison, être dirigés, de terre, vers l'endroit du sinistre, sinon sans danger pour l'équipage, du moins avec une rapidité et une précision qui manquent aux bateaux de sauvetage ordinaires.

En bien des cas cette disposition permettrait, sans doute, de ménager bien des vies si précieuses de nos intrépides sauveteurs.

Nouveau système de couverture.

Un nouveau système de couverture, improprement désigné sous le nom de *ciment de bois*, est déjà depuis plusieurs années d'un usage courant en Allemagne. La base de ce ciment est le goudron de houille, dans lequel sont incorporés du soufre, de la résine, du noir de fumée, du poussier de charbon, etc. La composition exacte est tenue secrète par les quelques maisons qui fabriquent ce produit.

Le ciment de bois se pose au pinceau, sur un lit de carton spécial fabriqué avec de vieux cordages et possédant une grande résistance ; ce système de couverture s'applique surtout aux toits à terrasse et exige des précautions spéciales. Le toit est préalablement recouvert d'un plancher de bois bien sec de $0^m 03$ d'épaisseur, incliné de $^1/_{12}$ à $^1/_{24}$, et laissant l'air circuler librement au-dessous pour éviter la moisissure. Sur ce plancher, on étend une couche de sable bien sec d'un demi-centimètre d'épaisseur, qui reçoit la couverture se composant de cinq couches successives de carton enduit de ciment. Pour rendre cette couverture insensible aux chocs et aux intempéries, on répand par-dessus une couche de $0^m 05$ de gravier fin, puis de la terre végétale que l'on ensemence d'herbe dans les régions exposées aux vents violents. Ces couches supérieures de la construction constituent un lit filtrant, modérant et régularisant l'écoulement des eaux sur la terrasse; pour plus de précautions, quelques constructeurs interposent encore, entre le lit filtrant et le carton enduit, une légère couche d'argile.

L'enduit est chauffé légèrement pour le rendre bien fluide, et les couches de carton successives doivent être appliquées avant qu'il n'ait eu le temps de se refroidir, de façon qu'elles puissent bien adhérer l'une à l'autre. Il est nécessaire d'effectuer la pose de cette couverture par un temps sec et calme, et d'éviter les plis ou déchirures dans le carton.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 2, p. 33.

Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Beaux-Arts a procédé, dans sa séance du 5 mars dernier, à l'élection d'un membre dans la section d'architecture, en remplacement de M. Bailly.

Au troisième tour de scrutin, M. Ancelet, professeur à l'École des Beaux-Arts, a été élu par 17 voix contre 10 données à M. Sédille, et 5 à M. Guadet.

Le président a fait connaître le jugement du concours Achille-Leclère. Le prix est décerné au projet n° 14, dont l'auteur est M. Paul Dussard, élève de MM. André et Lalou.

Dans sa séance suivante, du 12 mars, l'Académie des Beaux-Arts a procédé à l'élection d'un membre dans la section de peinture, en remplacement de M. Muller, décédé. Au deuxième tour de scrutin, M. Detaille a été élu par 20 suffrages contre 13 accordés à M. Carolus Duran.

Sont admis au concours définitif pour le grand prix de Rome :

Architecture : M. Bertone, élève de M. Ginain; M. Cargill, élève de MM. Daumet et Girault; M. Deperthes, élève de MM. Genain et Deperthes; M. Despradelles, élève de M. Pascal; M. Duquesne, élève de M. Pascal; M. Guérin, élève de MM. Douillard, Thierry et Deglane; M. Heubès, élève de M. Pascal; M. Letrosne, élève de MM. Letrosne et Raulin; M. Patouilllard, élève de M. Ginain; M. Tronchet, élève de MM. André et Lalaux.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 8 février 1892.

Physique. — 1° *Réfraction des gaz liquéfiés.* Note de M. James Chappuis, présentée par M. Lippmann.

Les recherches expérimentales sur la réfraction des gaz liquéfiés étaient bornées, il y a peu de temps encore, aux gaz facilement liquéfiables par le froid : le cyanogène, l'acide cyanhydrique et l'acide sulfureux.

M. Bleekrode en 1884 a augmenté cette liste en déterminant à des températures voisines de 16° les indices de quelques autres corps. Ce savant employa dans ce but la méthode du microscope due au duc de Chaulnes; l'exactitude de cette méthode est limitée à la seconde décimale, l'erreur probable a pour valeur 0,0058, et c'est là un inconvénient grave; cependant M. Bleekrode fait remarquer qu'il est au moins douteux que les procédés usuels puissent être appliqués au cas des gaz liquéfiés et que sa méthode a l'avantage de permettre l'emploi de cuves à parois parallèles plus faciles à fermer sous les pressions élevées qu'elles ont à supporter.

M. Chappuis présente à l'Académie un appareil et une méthode de mesure dans laquelle les difficultés de construction et de fermeture sont de même nature, puisque la cuve qui contient le liquide est à faces parallèles; elle est plus sensible que celle du microscope et permettra d'étudier l'influence de la température et la dispersion.

Les premières mesures ont porté sur l'acide sulfureux et le chlorure de méthyle, dont les indices à zéro sous la tension maximum de leur vapeur ont été trouvés respectivement égaux à 1,3518 et à 0,3533 pour la raie D.

2° *Pouvoirs rotatoires des rayons infra-rouges du quartz.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. Lippmann.

Chimie. — 1° *Action du chlore sur le ruthénium :* sesquichlorure, oxychlorure. Note de M. A. Joly, présentée par M. Troost.

Reprenant les recherches de Claus sur le sesquichlorure de ruthénium, M. Joly présente dans cette note les études qu'il a faites relativement à l'action du chlore sur le ruthénium, et comment il a été conduit à la formation du sesquichlorure et de l'oxychlorure d'une façon régulière et en donnant lieu à des produits bien définis dont il fournit l'analyse.

2° *Sur un azoto-silicate d'argent et sur l'existence d'un acide azoto-silicique.* Note de MM. G. Rousseau G. Tite, présentée par M. Troost.

Au cours d'un travail d'ensemble, sur la minéralisation des azotates basiques, d'après la méthode appliquée par l'un des auteurs de cette note appliquée à la reproduction des deux variétés dimorphes du sous-azotate de cuivre, MM. Rousseau et Tite ont abouti à la découverte d'un sel complexe renfermant de la silice, de l'acide azotique et de l'oxyde d'argent.

L'analyse a montré dans ce produit une combinaison de silicate et d'azotate d'argent, mais une étude plus approfondie montre qu'il faut envisager ce composé comme un sel d'argent d'un acide azoto-silicique.

3° *De la décomposition de l'acide sulfureux par le carbone, aux températures très élevées.* Note de M. Scheurer-Kestner.

M. Scheurer-Kestner présente à l'Académie les recherches qu'il a faites sur l'action du carbone sur l'acide sulfureux à haute température.

A très haute température, l'acide sulfureux est décomposé, par le charbon, en soufre libre, oxyde de carbone et acide carbonique. En rapprochant ces résultats de ceux que M. Berthelot a obtenus en faisant ces mêmes expériences à une température moins élevée, on reconnait qu'ils sont concordants. En effet M. Berthelot a constaté que, sous l'influence du carbone, l'acide sulfureux, à la température *rouge de feu*, se transforme en oxyde, oxysulfure et sulfate de carbone. Or ces deux derniers corps ne résistent pas, dans ces conditions, à l'action des températures élevées. Le sulfure de carbone en présence de l'oxysulfure et de l'acide sulfureux, comme l'oxysulfure en présence de l'acide sulfureux et du carbone, donnent en outre du soufre libre, un mélange de 2 volumes d'oxyde de carbone et un volume d'acide carbonique.

$$2\,COS + SO^2 + O = 2\,CO + CO^2 + 3\,S$$

$$CS^2 + 2\,COS + SO^2 = 2\,CO + CO^2 + 5\,S$$

mais en fait, ces réactions n'ont pas la netteté indiquée par ces formules; et l'on ne peut pas savoir si, à cette haute température, l'oxysulfure et le sulfure de carbone se forment pour être détruits ensuite ou si leur formation est évitée et si la réaction se fait immédiatement entre le carbone et l'acide sulfureux, donnant naissance à 2 volumes d'oxyde de carbone et un volume d'acide carbonique.

Il n'en résulte pas moins que l'étude de la réaction de l'acide sulfureux sur le carbone à haute température confirme l'hypothèse donnée des réactions qui s'effectuent dans la préparation d'un silicate alcalin. Le sulfate est transformé en silicate et acide sulfurique anhydre; l'acide sulfurique est décomposé en acide sulfureux et oxygène. Ces deux gaz, en présence du charbon, sont transformés en acide carbonique, oxyde de carbone et soufre.

4° *Chlorosulfure et bromosulfure de plomb.* Note de M. F. Parmentier.

Electricité. — *Sur un nouveau procédé pour transmettre les ondulations électriques le long des fils métalliques, et sur une nouvelle disposition du récepteur.* Note de M. Blondlot, présentée par M. Poincarré.

Mathématiques. — 1° *Sur une interprétation nouvelle du théorème d'Abel.* Note de M. Sophus Lie, présentée par M. E. Picard.

2° *Sur les intégrales des équations du premier ordre qui n'admettent qu'un nombre fini de valeurs.* Note de M. Paul Painlevé, présentée par M. Picard.

Astronomie. — *Recherches nouvelles sur l'atmosphère solaire.* Note de M. H. Deslandres.

G. Petit,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE des Électriciens.

Séance du 3 février 1892.

Interrupteur rapide pour bobine d'induction. — La manière dont se comporte un trembleur-interrupteur a, dans certains cas, une réelle importance quant au maximum d'effet utilisable qu'on peut en obtenir. L'inflammation des mélanges explosifs des moteurs à gaz, par exemple, exige une étincelle assez chaude et nourrie pour que les remous déterminés par le mouvement du piston ne puissent la refroidir ou la souffler.

On obtient facilement d'une bobine d'induction une force électromotrice secondaire assez élevée, en multipliant le nombre des tours du fil induit; mais c'est le courant de rupture qui, seul, peut atteindre une force électromotrice suffisante pour franchir une distance déterminée dans un milieu comprimé. D'ailleurs, l'effet obtenu dépend uniquement, pour une bobine donnée, de la vitesse de disparition du flux magnétique, et celui-ci est produit par le courant primaire, qui agit surtout par l'aimantation qu'il communique à l'âme de l'appareil.

La vitesse de disparition du flux est intimement liée au fonctionnement du ressort antagoniste qui commande le retrait du trembleur, et il est essentiel, cependant, que l'interrupteur ne rompe brusquement le courant primaire que lorsque celui-ci a atteint sa valeur de régime.

M. E. Ducretet a très ingénieusement réalisé cette condition dans l'appareil qui a fonctionné devant la Société.

Incidemment, M. Picou a fait, à ce sujet, une remarque assez curieuse : l'étude des décharges électriques dans les gaz raréfiés a fait l'objet de travaux remarquables et nombreux; il n'en est pas de même en ce qui concerne les gaz comprimés. Pourtant, il faut une bobine capable de donner, à la pression atmosphérique, une étincelle de 10 à 15 millimètres pour en assurer une de 1 à 2 millimètres dans un milieu comprimé.

Conjoncteur-disjoncteur automatique, système Ch. Féry. — Dans les installations où l'on fait usage d'accumulateurs, un conjoncteur est tout aussi indispensable qu'un disjoncteur lorsque la machine de charge subit des allures variables et qu'on veut utiliser tous les moments favorables pour la charge.

Les appareils de ce genre sont précieux alors, mais à la condition que leur fonctionnement soit absolument sûr.

L'expérience a déjà confirmé cette qualité dans le conjoncteur-disjoncteur de M. Ch. Féry. La conjonction s'y opère au moyen d'un électro-aimant, dont le fil est intercalé dans le circuit d'excitation de la dynamo de charge, et qui actionne l'extrémité d'un levier de contact engagée, à jeu libre, dans la bobine que parcourt le courant de charge; de telle sorte que, en marche, l'action du courant principal peut assurer la fermeture du circuit, malgré l'affaiblissement accidentel du courant d'excitation; tandis que l'action isolée de la bobine d'excitation est insuffisante pour maintenir le levier au contact, et celui-ci revient alors à la position de circuit ouvert; il y reviendrait plus sûrement, *à fortiori*, s'il se produisait un renversement de courant.

Avec cet appareil, la rupture automatique est donc à peu près infaillible.

Utilisation des chutes de la Valloirette. — Sur la ligne du chemin de fer de Paris à Turin, près de Saint-Michel, on a installé sur les chutes de la Valloirette, une usine électrochimique d'une importance déjà considérable et remarquable aussi par les travaux de canalisation qu'elle a nécessités.

M. A. Minet, auquel en a été confiée la direction, y met en pratique ses méthodes électrolytiques pour la production de l'aluminium et de ses alliages. L'usine ne possède encore qu'une turbine qui actionne directement une dynamo de 4 000 ampères et 50 volts; mais très prochainement MM. Hillairet et Huguet, qui ont étudié et dirigé les premiers travaux, doivent procéder à l'installation d'un second groupe dont la puissance atteindra 8 000 ampères et 50 volts, soit le double.

D'ailleurs, la puissance captée, qui est actuellement de 6 000 chevaux, atteindra elle-même la valeur respectable de 28 000 chevaux lorsque les projets à l'étude seront réalisés.

La description de cette installation, donnée par M. Hillairet, a été rendue fort attrayante par la projection de nombreuses et belles photographies.

Alsa.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 13, du 26 mars. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs; six mois, **12** fr. **50**.

Nouveautés de laboratoire : De l'emploi industriel de l'oxygène *(suite et fin)*.

Brevets français : Utilisation des plantes marines. — Fabrication de l'oxygène. — Bouchon styligoutte. — Fabrication du carvacrol. — Soufre phéniqué. — Transformation de l'acide vanillolcarbonique en vanilline. — Séparation de l'alcaline d'avec les métaux terreux et autres produits des sels de ces métaux. — Alun de chrome liquide. — Nouvelles matières colorantes dites « anisolines ». — Modification préalable des celluloses pour pyroxyles. — Nouvelle térébenthine. — Perfectionnements aux appareils à vide pour cuire le sucre. — Nouveau procédé de brassage de la bière. — Filtre à cloche. — Canelle nouveau modèle. — Nouveau condiment. — Fermeture de boîtes à conserves. — Stérilisation du Dr Cornaz. — Bidon extensible pour la conservation du lait.

Brevets anglais : Produit remplaçant la corne et le celluloïd. — Blanc de plomb. — Sulfate de calcium. — Système de bouteille. — Préparation du chlore gazeux. — Fabrication du savon. — Traitement des fluosilicates. — Nouvel aliment. — Emplâtre médicinal. — Capsules médicinales. — Nouveau type de bouteilles. — Four de campagne. — Procédé de distillation. — Fermeture de bouteilles. — Nouvel asphalte. — Médicament. — Nouvelle baratte. — Préparation de l'huile de foie de morue. — Produit susceptible de remplacer le cuir et le caoutchouc. — Emballage perfectionné des fromages.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 22. N° 512. Samedi 2 Avril 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Grandes dragues marines de construction française, p. 353 ; L. Muller. — **Électricité** : La locomotive électrique de MM. H. Bonneau et E. Desroziers, p. 355 ; Max de Nansouty. — **Hydraulique** : Accumulateurs de la station de force motrice hydraulique de Birmingham (*planche XXIII*), p. 359. — **Chemins de fer** : Les nouveaux tarifs de grande vitesse des grandes Compagnies de chemins de fer (*suite*), p. 360 ; G. Féolde ; — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite*), p. 362 ; H. Heude. — **Art militaire** : Essais de tir sur des plaques de blindage en acier spécial à Sevran-Livry, p. 364 ; L. Baclé. — **Études économiques** : Revue des questions ouvrières, p. 365 ; Max Duchanoy. — **Correspondance** : Présence d'insectes empâtés dans les minerais de nickel « Garniérites » de la Nouvelle-Calédonie, p. 366 ; Jules Garnier ; — Sur les déformations élastiques des arcs, p. 367 ; Bertrand de Fontviolant ; — Le chauffage des trains de chemins de fer, p. 367 ; M. Chevrier. — **Informations** : *Nécrologie* : Léon Lalanne, p. 367.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 15 février 1892, p. 368 ; G. Petit.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 368.

Planche XXIII : Accumulateurs de la station de force motrice hydraulique de Birmingham.

TRAVAUX PUBLICS

GRANDES DRAGUES MARINES DE CONSTRUCTION FRANÇAISE

Nous avons déjà signalé dans nos informations (1) la construction dans les chantiers Henri Satre, de Lyon et d'Arles, de deux puissantes dragues marines, à godets et à succion, avec puits à déblais d'une contenance de 500 tonnes ; mais l'importance de ces constructions nous engage à y revenir pour en donner une description détaillée.

Lorsque l'on visite ces dragues, on est tout d'abord frappé de l'aspect de solidité extraordinaire que présente la structure de ces deux superbes spécimens, construits avec un soin tout particulier en vue du travail spécial qu'ils sont appelés à exécuter dans les ports de Pernambouc et de Rio-de-Janeiro.

Drague marine à godets (fig. 1). — La *drague marine à godets* mesure 42 mètres de longueur, 10 mètres de largeur et 3m 80 de creux. Sa coque, construite entièrement en acier, suivant les prescriptions du « Bureau Veritas », est divisée en six compartiments étanches, disposés de telle façon que si l'un quelconque d'entre eux venait à être envahi par l'eau, la flottaison et la stabilité de l'ensemble ne seraient pas compromises.

La machine motrice, de quatre à cinq cents chevaux, est du système

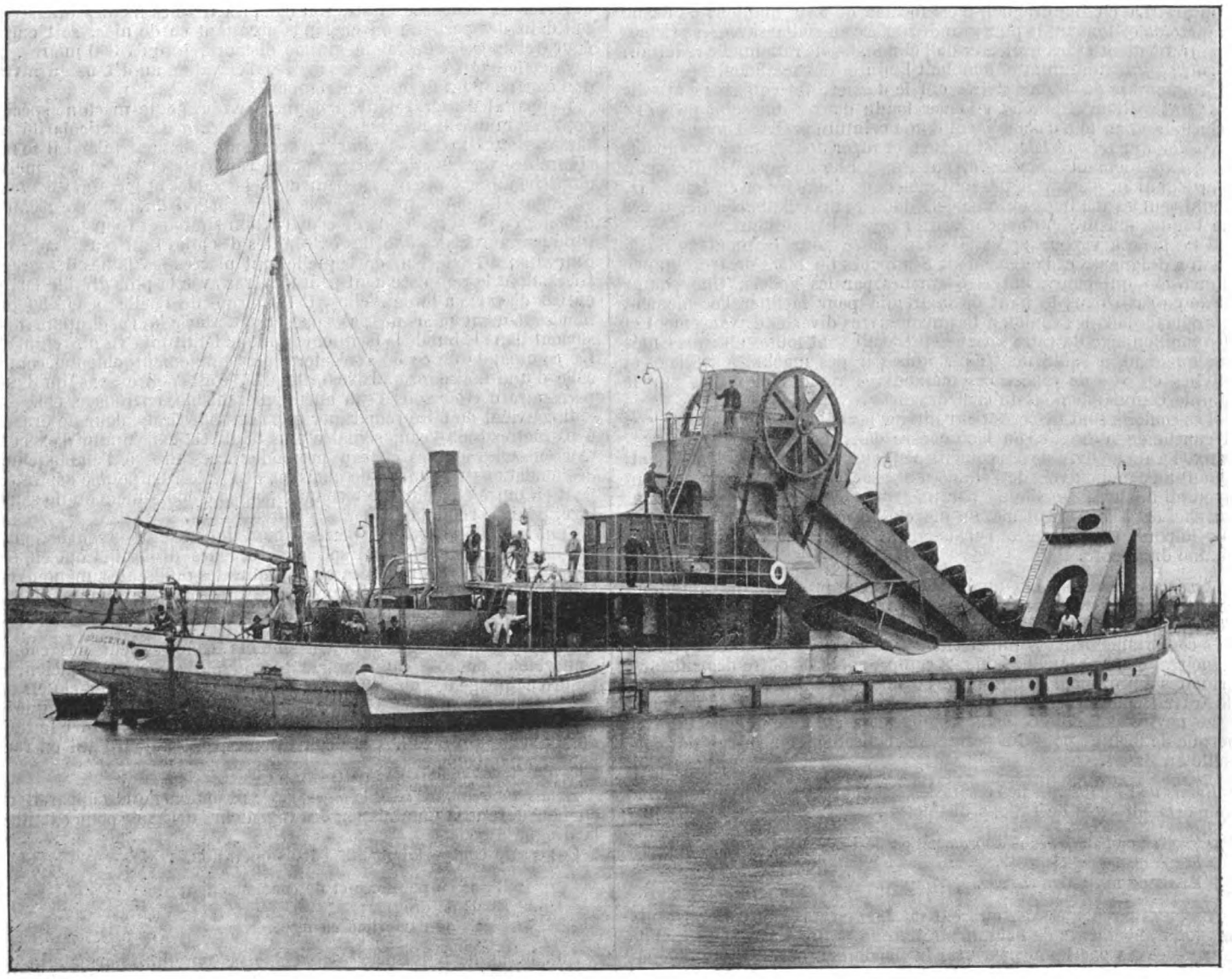


Fig. 1. — Drague marine à godets.

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 4, *(Chronique industrielle.)*

Digitized by Google

compound et peut, à l'aide d'embrayages, actionner à volonté, soit l'appareil dragueur, soit l'appareil propulseur. Le système d'embrayage à friction comporte une très heureuse disposition de réglage facile, qui constitue un limiteur de force parfait, évitant toute rupture en cas de rencontre de résistances extraordinaires de l'appareil dragueur.

Le changement de marche de cette machine, d'une extrême simplicité, est obtenu au moyen d'un seul excentrique donnant en même temps que la détente une reversibilité de manœuvre simple et facile.

La circulation dans le condenseur à surface, est donnée par une pompe centrifuge actionnée par un moteur spécial. Cette pompe est disposée de manière à pouvoir aspirer l'eau du dehors aussi bien que celle de l'intérieur de la coque, pouvant provenir d'une voie d'eau, et constitue ainsi une véritable pompe de sauvetage. La vapeur est fournie à la machine principale et aux différentes machines auxiliaires par deux chaudières marines à retour de flamme et d'une surface de chauffe très avantageuse.

En cas d'arrêt de l'une des chaudières, une seule peut suffire pour actionner l'appareil dragueur, ce qui constitue un rechange en dragage. La commande du mouvement principal de l'appareil dragueur, depuis la machine jusqu'à la lanterne du haut, est du système à chaîne galle. Le mécanisme de commande comporte un dispositif spécial permettant de faire varier la vitesse de la chaîne dragueuse, ou le nombre de godets passant aux couloirs, suivant que la drague opère dans des terrains faciles ou dans des terrains de grande résistance. L'élinde de cette drague est disposée pour draguer, en travail normal, à une profondeur variant de 2 à 12 mètres.

Un dispositif spécial de coulisse sur la charpente permet à cette élinde de se déplacer parallèlement à elle-même, de manière à dépasser de 5 à 9 mètres l'avant du navire, d'abord pour lui permettre de créer son passage et ensuite pour opérer exceptionnellement le dragage contre les murs de quai et à une grande profondeur. Quant à la tension de la chaîne à godets, elle se fait au moyen de deux mouvements commandés par le bas au moyen de vis sans fin.

L'extrémité supérieure de l'élinde appuie sur un nouveau système de tampon flexible absorbant les chocs dus à la rencontre par les godets de roches ou tous autres obstacles, et évite ainsi les dangers de rupture. La chaîne dragueuse est formée de forts maillons de forme trapézoïdale, donnant la plus grande surface au contact avec les prismes d'entraînement et les rouleaux de l'élinde, forme rationnelle réduisant l'usure à son minimum et doublant la durée des maillons.

Au nombre de 33, les godets ont le dossier, les équerres d'attache formant maillon et le fond en acier fondu doux d'une seule pièce. Le pourtour est en tôle d'acier garni d'une ceinture ou bec d'arrachement en acier dur très résistant et facile à changer après usure. Ces godets sont extrêmement robustes et ont une tonne de capacité. Des axes d'articulation, d'environ 100 millimètres de diamètre et en acier dur, réunissent les maillons et les godets, dont les articulations sont garnies de bagues d'usure emmanchées à la presse hydraulique.

Une grue à vapeur spéciale est disposée pour le montage de la chaîne dragueuse et l'enlèvement des roches ou blocs de trop grande dimension qui pourraient être amenés par les godets. Une pompe élève de l'eau dans le haut de la trémie pour faciliter l'écoulement des déblais dans les couloirs. Les manœuvres diverses d'avancement et de papillonnage de cette drague en travail sont toutes obtenues mécaniquement à l'aide de treuils mus par des machines spéciales et étudiés en vue de rendre ces manœuvres rapides et faciles sur le simple commandement du chef dragueur.

Les couloirs sont disposés pour diriger les déblais, soit à droite, soit à gauche de la drague, ou bien encore dans des compartiments latéraux. La manœuvre de ces couloirs peut aussi se faire mécaniquement. Quant aux manœuvres de l'élinde, elles sont assurées par un puissant appareil de levage actionné par une machine spéciale et permettant au chef dragueur lui-même, au moyen d'un simple levier à sa portée sur le pont, le relevage et l'abaissement rapides de l'élinde et de la chaîne dragueuse.

Aménagements. — Les aménagements comprennent la cabine du capitaine, celle du second et celle du chef-mécanicien, les postes de l'équipage, ainsi que divers magasins. Les logements sont disposés très confortablement et comportent des couchettes avec lavabos, pliants, armoires, etc. Ces aménagements comprennent en outre des cuisines, armoires à provisions, lampisteries et water-closets, ainsi qu'un bureau de travail pour l'Ingénieur chargé de diriger les travaux de dragage.

Le navire porte deux mâts à pible et a été gréé en goëlette avec vergue de fortune pour lui permettre d'effectuer son voyage de Marseille au Brésil.

Essais de réception. — Les essais de réception de cette drague marine comportaient trois opérations distinctes :

1° Essais de puissance et de consommation de l'appareil moteur ;
2° Essais de dragage ;
3° Essais de navigation en mer.

A ces différents essais, qui ont eu lieu en présence d'une commission d'Ingénieurs de l'administration du « Bureau Veritas » et de ceux délégués par les acquéreurs, la machine a développé une puissance de 18 °/₀ supérieure à celle stipulée pour le contrat. les chaudières fonctionnant au tirage naturel. Dans ces conditions de marche, la consommation a été de 825 grammes de charbon par cheval et par heure, soit de 22 °/₀ inférieure à celle prescrite au contrat. La supériorité de puissance obtenue aurait donc pu être sensiblement dépassée si l'on avait fait usage du tirage forcé.

Les essais de dragage faits en terrains de résistance moyenne ont donné un rendement de 648 tonnes à l'heure, c'est-à-dire sensiblement supérieur à celui prescrit. La consommation en dragage a été de 518 grammes de charbon par mètre cube extrait à une profondeur de 11 mètres.

Aux essais de navigation faits par forte brise entre le port Saint-Louis et Marseille, sur la base du phare Sainte-Marie, la vitesse du navire a été de 6 nœuds 54 soit de plus d'un demi-nœud supérieure à celle spécifiée dans le contrat.

Drague marine à succion (fig. 2). — La *drague marine à succion* mesure 46 mètres de longueur, 8 mètres de largeur et 3ᵐ 80 de creux. Ce qui distingue plus spécialement ce navire de la plupart des types existants, c'est la très grande puissance de son appareil dragueur à succion, qui arrive à donner un débit de plus de six mille mètres cubes à l'heure (exactement 6 170 000 litres), tout en opérant les dragages jusqu'à une profondeur de 20 mètres et en refoulant les déblais jusqu'à une distance de 300 mètres et à plusieurs mètres d'élévation, ensemble d'opérations qui représente un travail de 450 à 500 chevaux.

Cette puissance d'appareil à succion, notamment en tant que débit et profondeur, n'a jamais été atteinte croyons-nous, par aucun autre appareil de ce genre, même parmi les plus puissants existant en Europe et en Amérique.

La coque de cette drague à succion, de même que celle de la drague à godets, est construite entièrement en acier et conformément aux échantillons exigés par les règlements du « Bureau Veritas ». Elle est également divisée en six compartiments pour assurer son insubmersibilité dans le cas d'une voie d'eau se déclarant dans l'un quelconque des compartiments.

La machine est du système compound et peut actionner indifféremment, soit la pompe centrifuge à déblais, soit l'hélice propulsive. Cette machine est exactement du même type que celle de la drague à godets précédemment décrite. La vapeur nécessaire à cette machine ainsi qu'aux différents autres appareils à vapeur auxiliaires de la drague est aussi fournie par deux chaudières marines à retour de flamme.

L'appareil dragueur à succion par pompe centrifuge est actionné directement par la machine motrice. Cet appareil est disposé pour déverser les déblais extraits, soit dans les trémies mêmes du navire, soit dans des porteurs ou chalands accostant ce dernier, soit encore pour refouler les déblais à grande distance, jusqu'à 300 mètres, par tuyaux flottants et à plusieurs mètres d'élévation au-dessus du niveau de l'eau pour les déposer en remblai.

L'appareil désagrégateur, actionné par une petite machine spéciale dont est munie cette drague, constitue encore une particularité très intéressante. Il permet en effet d'agir non seulement quand il se rencontre des terrains argileux en partie compacts et graveleux, mais il empêche aussi tout engorgement dans les sables et terrains éboulieux, en régularisant en quelque sorte la proportion du mélange : eau et déblais. Ce désagrégateur, de construction simple et robuste, est constitué par une hélice dont les extrémités des ailes sont réunies par une couronne, à l'extérieur de laquelle sont placées les lames désagrégatrices, dont le remplacement peut s'opérer avec la plus grande facilité en cas d'avarie à l'une d'elles. Cette forme de l'hélice a été adoptée non seulement pour ne pas opposer d'obstacle à l'aspiration, mais surtout dans le but de la faciliter comme le ferait une vis d'Archimède. La commande de ce désagrégateur est simplement obtenue comme celle d'une hélice propulsive ordinaire, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire d'avoir sous l'eau aucun mécanisme, engrenage, etc.

Il convient de faire remarquer que la grande profondeur de dragage à 20 mètres sous l'eau, signalée plus haut, est exigée afin d'exécuter et creuser les fouilles en eau profonde nécessaires à l'établissement des fondations des murs de quais et des jetées. La pompe aspiratrice peut en outre être employée comme pompe d'épuisement ou de sauvetage, pour le renflouement des navires coulés.

Tous les différents treuils placés à bord de cette drague sont actionnés par des machines à vapeur spéciales, et leurs dispositifs ont été étudiés en vue de rendre aisées et pratiques les différentes manœuvres, soit de déplacement de la drague en travail, soit d'élévation et d'abaissement du tuyau d'aspiration.

Aménagements. — Les aménagements comprennent des cabines confortables pour le capitaine, le second et le chef mécanicien, un poste d'équipage, des magasins, lampisteries, cuisines, water-closets, etc.

Cette drague marine à succion porte le même gréement que la drague à godets susmentionnée, pour qu'elle puisse effectuer le trajet de Marseille au Brésil. Ces deux dragues sont aujourd'hui en route pour Pernambouc.

Essais de réception. — Les essais de réception de cet appareil ont eu lieu devant la Commission des Ingénieurs délégués pour examiner la drague à godets.

Ces essais comportaient aussi trois opérations :

1° Essais de puissance et de consommation ;
2° Essais de dragage ;
3° Essais de navigation en mer.

Aux essais de puissance, la machine, à son allure normale, a dépassé de 19 °/₀ celle prescrite au contrat, les chaudières fonctionnant au tirage naturel. Dans ces conditions, la consommation de charbon était de 815 grammes par cheval-heure, consommation inférieure de 20 °/₀ à celle qui avait été stipulée dans le contrat.

Aux essais de dragage, qui ont eu lieu dans le Rhône maritime, en opérant à la profondeur moyenne, le cube de déblais extraits s'est élevé à 1ᵀ,637 par cheval-heure. Le contrat ne prescrivant qu'une production de 1 tonne de déblais par cheval-heure, le rendement a donc dépassé d'environ 60 °/₀ celui prescrit au contrat.

Digitized by Google

On a une fois de plus constaté que ces résultats, sensiblement supérieurs à ceux généralement obtenus avec les dragues à succion usuelles françaises et étrangères, étaient dûs en grande partie à l'appareil désagrégateur dont nous avons parlé plus haut, et qui, non seulement délaie et facilite la mise en suspension des déblais, mais encore contribue pour une large part à leur entraînement.

Aux essais de navigation et par brise fraîche de mistral, la vitesse a atteint 7 nœuds 646, dépassant ainsi de 11 % la vitesse prescrite au contrat.

Eclairage électrique des dragues. — Les deux dragues que nous venons de décrire comportent tout un système d'éclairage électrique par lampes Edison, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des navires, et de puissantes lampes placées sur le pont permettent aisément de travailler la nuit comme le jour, ce qui n'est pas sans avantage dans un pays où la chaleur accablante rend souvent tout travail impossible pendant la journée. Cet éclairage électrique était indispensable, car on comprend aisément que des dragues de cette importance doivent pouvoir fonctionner en quelque sorte sans interruption, afin qu'il en résulte une excellente utilisation du matériel et que l'on réduise à son minimum le prix de revient du mètre cube de dragage.

Conclusion. — Les appareils que nous venons de décrire prendront place parmi les plus puissants que l'on ait construits jusqu'à ce jour; les perfectionnements qu'ils présentent prouvent une fois de plus que notre industrie nationale ne le cède en rien à l'industrie étrangère.

Ils ont été exécutés par les Etablissements Henri Satre, dont les types proposés ont été préférés à la suite d'un concours dans lequel les principaux chantiers français et étrangers s'étaient trouvés en présence.

Ces mêmes établissements construisent actuellement d'autres puissantes dragues marines du type dit « universel », c'est-à-dire simultanément à godets et à succion, pour le compte du Gouvernement impérial de Russie qui les destine au creusement de ses ports militaires de la mer Baltique. Nous aurons l'occasion de les décrire ultérieurement.

Ils ont également commencé la construction d'une drague marine à godets très puissante, de la force de plus de 600 chevaux, et destinée à l'un de nos ports de la Manche.

Capne L. Muller.

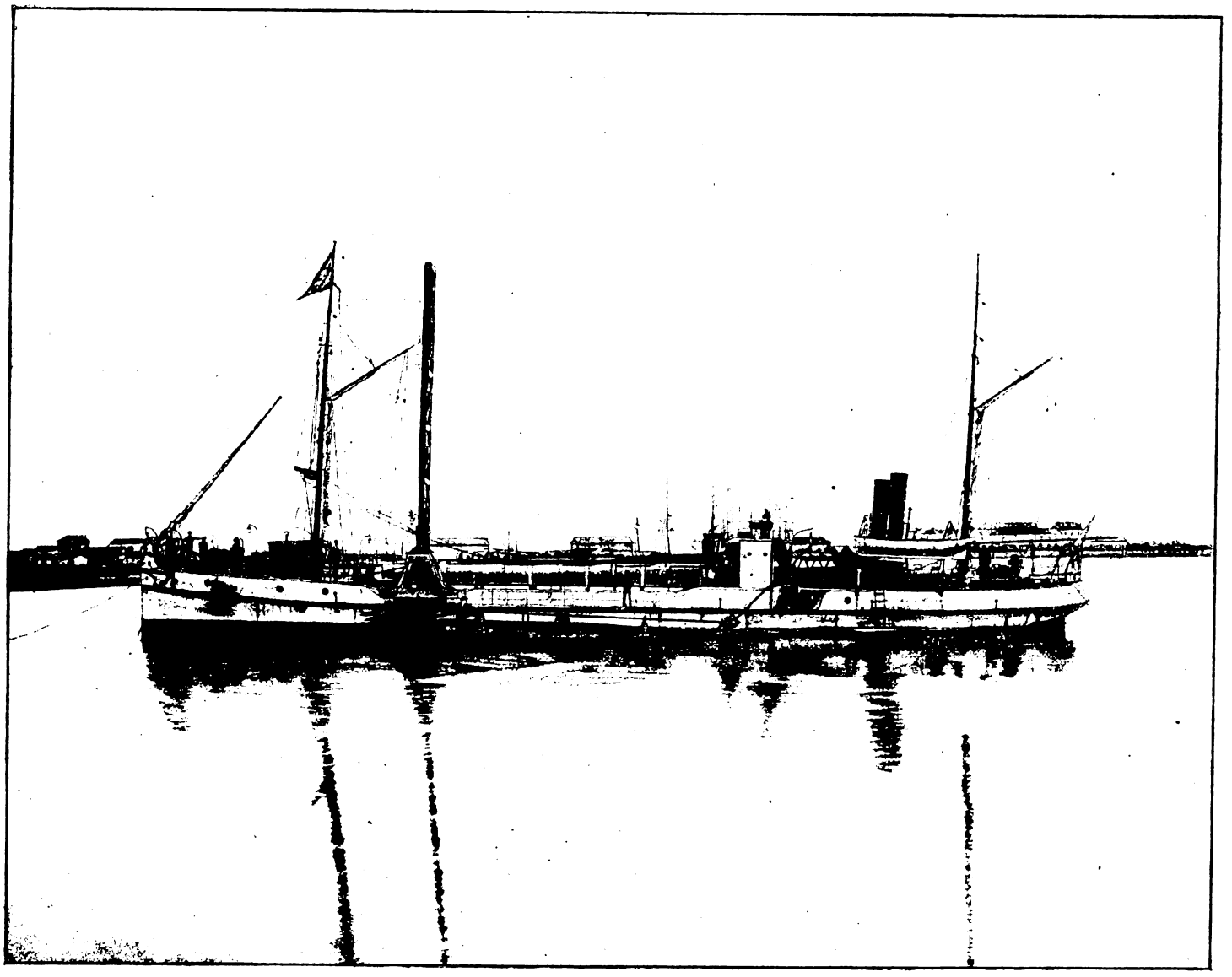


Fig. 2. — Drague marine à succion.

ÉLECTRICITÉ

LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE

de MM. H. Bonneau et E. Desroziers.

Les progrès de l'électricité dans le domaine de la pratique sont considérables en ce moment. En ce qui concerne l'introduction de la traction électrique dans l'industrie des chemins de fer, il est permis de dire que son avènement n'est plus qu'une question de temps et d'un temps très court. Les Américains nous font entrevoir pour l'Exposition de Chicago, en 1893, une innovation qui serait, à la vérité, le « clou » de cette entreprise, s'ils la réalisent : il s'agit d'un chemin de fer à traction électrique fonctionnant à la vitesse moyenne de 150 à 200 kilomètres à l'heure. Il est bon de rappeler, dès maintenant, que la France, laquelle, si elle n'est pas le pays d'Edison, est la patrie d'Ampère, n'aura pas été devancée dans cette voie. La priorité lui appartient dans le principe, et pour peu que l'on se hâte, elle lui restera dans l'exécution.

La « locomotive électrique » est, en effet, à l'étude dans la plupart de nos grandes Compagnies de chemins de fer, ainsi que dans nos grands ateliers industriels; son utilisation pratique est prochaine, grâce à l'expérience acquise, depuis cinquante années, en matière de transports; ses débuts seront, à coup sûr, entourés de moins de tâtonnements et de lenteur que ne l'ont été ceux de la locomotive à vapeur, arrivée de nos jours à un incontestable degré de perfection.

Nous avons décrit ici même, dans ses lignes principales, le projet de locomotive électrique de M. J.-J. Heilmann [1] : sa réalisation est en cours et nous aurons bientôt l'occasion de revenir sur son compte.

En même temps, M. Bonneau, le savant sous-chef de l'exploitation des chemins de fer de P.-L.-M., et M. Desroziers, électricien distingué, viennent de procéder à une étude approfondie dans le même sens, et ils l'ont résumée dans une brochure que nous avons sous les

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 23, p. 370.

Digitized by Google

yeux (1). Nous croyons utile au progrès de cette cause si intéressante, de donner un aperçu de ce nouveau document : il mérite de prendre date et vient à son heure.

Il ne peut être question, comme le disent fort bien les auteurs, de réformer d'une façon immédiate et radicale les locomotives à vapeur, qui ont rendu et rendent encore pour les usages courants de si grands services. Mais la traction électrique a d'ores et déjà un domaine tout indiqué : d'une part, pour les métropolitains souterrains, la traversée des grands tunnels et la circulation sur les lignes de montagne à très fortes rampes où la crémaillère tend à se généraliser ; d'autre part, pour fournir aux express actuels une vitesse exceptionnelle et conquérir à la banlieue des grandes villes, c'est-à-dire à la décentralisation des agglomérations urbaines surchargées, des zones considérables où la population trouvera dans l'avenir, avec la salubrité et l'économie, la moralité. C'est un beau rêve que l'on peut rêver tout éveillé grâce à l'électricité. La centralisation à outrance que la locomotive à vapeur a produite et dont la civilisation a tiré d'incontestables avantages, cette centralisation factice, la locomotive électrique l'éparpillera en lui conservant ses avantages, tout en supprimant ses vices et ses dangers. C'est une étape du progrès qui va être parcourue, nous en avons la ferme confiance. Ajoutons, comme nous le montrerons plus loin, en nous appuyant sur d'excellents documents fournis par M. Bonneau lui-même, que l'augmentation de vitesse appliquée, tout d'abord, au transport des voyageurs, ce qui est logique, paraît devoir s'étendre peu à peu au transport des marchandises. en produisant des bénéfices économiques et commerciaux certains. L'emploi de l'électricité reculera encore une fois, comme l'a fait celui de la vapeur dans les ombres du passé, les traditions de l'époque où fleurissaient la diligence et le coche d'eau.

C'est à l'atmosphère désagréable du métropolitain de Londres que la locomotive électrique aura dû l'un de ses premiers succès sur les voies ferrées proprement dites. Le petit chemin de fer établi à Londres entre le pont de Londres et Stockwell, inauguré en novembre 1890 sur cinq kilomètres de longueur, a fourni un excellent exemple d'application. Mais ses locomotives de 100 chevaux de puissance sont insuffisantes pour remorquer les grands trains. Il convient de disposer, à l'heure actuelle, de locomotives électriques équivalentes et même supérieures en action aux locomotives à vapeur les plus perfectionnées, et possédant, d'ailleurs, d'autres qualités spécifiques. Tel est le principe du programme que se sont posé MM. H. Bonneau et Desroziers et qu'il sauront certainement mener à bien.

Avantages de la locomotive électrique sur la locomotive à vapeur. — La locomotive électrique n'aurait pas seulement l'avantage de supprimer la vapeur et la fumée dans les cas où cela est utile; elle permettrait aussi d'atteindre, sur les lignes actuelles, sans modifier leurs voies, des vitesses très supérieures à celles que comporte la locomotive à vapeur, parce qu'à égalité de masse, de vitesse, etc., elle serait beaucoup plus douce pour les voies, et aussi parce que, étant admis un certain poids pour une locomotive, on peut développer électriquement, aux très grandes vitesses, une puissance bien supérieure à celle de locomotives à vapeur de même poids.

La douceur relative d'action sur les rails des locomotives électriques à action directe tiendrait principalement : 1° à ce que l'entraînement des essieux moteurs serait produit par des actions mécaniques qui se rapprochent très sensiblement d'un couple, tandis que dans les locomotives à vapeur, les mouvements alternatifs des pistons, de leurs tiges et des bielles, donnent à la machine des mouvements de lacet, de recul, de galop et de roulis fatigants pour les rails; 2° au fait que le centre de gravité serait placé beaucoup plus bas que dans les locomotives à vapeur; 3° à ce que les porte-à-faux seraient moindres; 4° à ce résultat que les efforts verticaux exercés par les roues motrices sur les rails seraient sensiblement constants, tandis que dans les locomotives à bielles, ces efforts varient notablement dans un tour, en plus et en moins de l'effort moyen. De plus, chacune des roues motrices placées aux extrémités d'un même essieu exercera au même moment le même effort sur les rails, ce qui est loin de se produire dans les locomotives à bielles, où les manivelles du même essieu ne sont pas parallèles.

L'ensemble de ces conditions favorables, communes en principe aux différents systèmes de locomotives électriques projetés, constitue un avantage sérieux en faveur des locomotives électriques au double point de vue de la stabilité et des craintes de déraillement.

Les locomotives électriques permettent d'atteindre sans danger, sur une voie donnée, des vitesses supérieures à celles que l'on ne pourrait pas dépasser sans inconvénient avec une locomotive à vapeur. La vitesse actuelle de nos trains pourra être augmentée d'au moins 50 % en utilisant les voies actuelles : on franchira, par exemple, en 9 heures, la distance de 862 kilomètres qui sépare Paris de Marseille, alors qu'il faut actuellement compter 15 heures pour ce trajet, avec nos lourds trains express.

Les frais de traction électrique seront-ils compensés ? On n'en peut douter. Cette rapidité de circulation amènera de nouveaux et de plus nombreux voyageurs sur nos voies ferrées, car le mouvement appelle le mouvement. Supposons que la traction électrique coûte en charbon consommé pour produire l'énergie électrique nécessaire, *le double* de ce que coûte actuellement la traction à vapeur. Dans ces conditions, *trois voyageurs de plus* montant dans l'express de Paris à Marseille auront fait les frais de la nouvelle traction. Il va sans dire que nous supposons dans ce petit calcul le matériel créé et la production de l'électricité assurée : quelques voyageurs de bonne volonté en dehors de ceux que nous venons de requérir y pourvoiront.

(1) *Étude sur la traction électrique des trains de chemins de fer*, par H. Bonneau, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sous-chef de l'exploitation des Chemins de fer de P.-L.-M., et E. Desroziers, Ingénieur civil des Mines. Baudry, éditeur, Paris.

En ce qui concerne la différence de puissance, à égalité de poids, entre une locomotive électrique et une locomotive à vapeur, la machine électrique à grande vitesse de MM. H. Bonneau et Desroziers, que nous décrivons plus loin, développerait, à la vitesse de 120 kilomètres à l'heure, 1 250 chevaux disponibles à la jante des roues, c'est-à-dire, *le double* de la puissance maximum développée par les locomotives à vapeur du même poids, non compris le tender, à leur vitesse normale de marche.

Voici, d'ailleurs, d'après le calcul des auteurs, quelle serait la puissance disponible aux jantes des roues de la locomotive électrique, déduction faite des résistances électriques et des mécanismes, étant bien entendu que la locomotive électrique entre comme véhicule pour son poids dans la résistance du train :

Vitesse réalisée par la locomotive électrique.	Puissance développée en chevaux de 75 kilogrammètres.
40 kilomètres.	380 chevaux.
60 —	585 —
80 —	725 —
100 —	975 —
120 —	1.250 —
140 —	1.550 —
150 —	1.700 —

Locomotive électrique H. Bonneau et Desroziers. — Voici la description sommaire de la locomotive électrique à grande vitesse de MM. H. Bonneau et Desroziers. Notre dessin (fig. 1 à 4) en facilitera la compréhension. La locomotive est à deux essieux moteurs indépendants ; le diamètre des roues motrices est de 2m 30. Chaque essieu est actionné par une dynamo du système Desroziers, dynamo puissante et légère dont les qualités sont très appréciées déjà dans les usages industriels. L'induit de la dynamo enveloppe l'essieu. Le châssis de la machine, qui repose sur les essieux par l'intermédiaire de boites à graisses et de ressorts, absolument comme dans les locomotives à vapeur, supporte les machines dynamos par l'intermédiaire de ressorts verticaux et horizontaux, de façon à atténuer les réactions auxquelles sont soumises les dynamos du fait des secousses de la voie, du passage des alignements droits aux courbes, etc.

Le bâti qui soutient les inducteurs porte en même temps les coussinets de l'arbre creux sur lequel est calé l'induit ; il existe un jeu de quelques centimètres entre l'arbre creux et l'essieu, de façon à permettre à celui-ci de prendre de légers déplacements par rapport au châssis général de la machine, comme dans les locomotives à vapeur.

Les ressorts sont, bien entendu, réglés de façon que l'essieu ne vienne pas en marche toucher l'intérieur de l'arbre creux.

La connexion entre l'arbre creux de l'induit et les roues motrices est faite au moyen du dispositif des plateaux Raffard ; les ressorts de connexion seraient, soit en caoutchouc, soit en métal. Lorsque le courant passerait dans les dynamos, les induits commenceraient à tourner, les plateaux calés aux extrémités de l'arbre creux, entraînés dans ce mouvement de rotation, tendraient de plus en plus les ressorts qui les réunissent aux roues motrices et, au moment où la somme de ces tensions serait égale à l'effort de démarrage du train, celui-ci commencerait à se mettre en mouvement. Le mécanicien augmenterait progressivement la quantité d'énergie électrique envoyée dans les dynamos, et la vitesse du train irait en croissant.

Les puissances disponibles aux jantes des roues de la locomotive à différentes vitesses avec un appareil de ce genre seraient telles qu'un train de 180 à 200 tonnes (non compris la locomotive) pourrait être entraîné sur des lignes à pentes modérées, telles que celles de Paris à Calais, de Calais à Marseille, à des vitesses qui n'auraient pour limite que la force de résistance de la voie.

Dans le dessin que nous joignons à cette note, on n'a indiqué ni les abris vitrés, ni les enveloppes qui mettront les mécaniciens et le mécanisme à l'abri du vent, de la poussière, etc. Ces abris et l'avant de la machine seront disposés de façon à fendre l'air avec la moindre résistance possible. On leur donnera vraisemblablement la forme de deux socs de charrue effilés se raccordant avec la locomotive, qui, elle-même, aura exactement le gabarit des wagons du train. On avait déjà songé, dès l'origine des chemins de fer, à donner à l'avant des locomotives cette forme effilée : différents auteurs l'ont préconisée depuis, entre autres, M. Ricourt, pour le matériel du réseau de l'Etat, et M. Estrade, l'inventeur de la locomotive à vapeur à grandes roues qui a figuré à l'Exposition de 1889 (1). Ce dispositif, d'une importance relativement secondaire lorsque l'on considère les vitesses que permet de réaliser la locomotive à vapeur, prend une importance prépondérante lorsqu'il s'agit des grandes vitesses dont l'électricité va nous permettre de disposer : les expériences faites par le regretté Bourdon, quelque temps avant sa mort, avec ses manomètres à cônes emboîtés, le prouvent surabondamment (2). Il convient d'éviter avec soin les résistances dues au vent ; pour cela, le train doit présenter en bout et latéralement le moins de prise possible. Les intervalles mêmes existant entre deux véhicules voisins seront masqués par des prolongements des parois latérales et des toitures disposés de façon à permettre cependant le jeu des tampons. Il conviendra aussi de terminer le dernier véhicule de chaque train par des parois obliques à l'axe longitudinal, de façon à réduire la résistance due à la dépression de l'air à l'arrière du train.

La pratique fixera nos Ingénieurs sur ces différents points. Il est utile aussi, à l'avance, d'appeler leur attention sur l'esthétique générale des locomotives électriques projetées : la question de grâce et de goût, si secondaire qu'elle puisse paraître au point de vue du résultat

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VIII, n° 15, p. 228 et tome IX, n° 4, p. 55.
(2) Voir les comptes rendus de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

Digitized by Google

mécanique proprement dit, a une grande importance, surtout en France, et l'on ne saurait s'en désintéresser.

Production du courant électrique. — L'électricité, ou plutôt l'énergie électrique, pourra être fournie aux nouvelles locomotives par des procédés divers. MM. Bonneau et Desroziers n'ont pas insisté sur ce point, que des expériences prochaines élucideront, d'ailleurs, en Europe comme aux Etats-Unis. Un système tout indiqué pour les chemins de fer métropolitains, où l'on redoute la production de fumée, et pour les lignes à nombreux express, paraît être celui des conducteurs latéraux à la voie. Les Sociétés d'électriciens en France et à l'étranger, ainsi que la Société des Ingénieurs civils de France, ont déjà publié dans leurs comptes rendus d'intéressantes études à ce sujet. L'emploi des conducteurs évite aux trains le transport d'un poids mort considérable et inutile. L'électricité produite par des machines à vapeur ou, lorsque cela serait possible, par des machines hydrauliques, dans de grandes usines espacées le long des voies, pourrait être employée en dehors de la traction pour le fonctionnement des signaux, les manœuvres des wagons dans les gares grandes et petites, la manutention, l'éclairage, le chauffage, etc. Les trains la recueilleraient sur les conducteurs au moyen de frotteurs, brosses, balais ou galets. Les vieux rails paraissent pouvoir fournir des conducteurs électriques d'une grande économie.

Sur les lignes peu fréquentées, mais desservant des courants à grandes distances, pour lesquels il y aurait un intérêt sérieux à avoir quelques trains très rapides, on pourrait placer la source d'électricité sur le train lui-même.

Les accumulateurs paraissent encore trop lourds pour que leur emploi, en les plaçant sur le train, puisse donner une solution générale ; il n'en existe guère parmi ceux qui donnent toute garantie, qui pèsent beaucoup moins de 200 kilogr. par cheval. Si l'on ajoute à cela environ 50 % pour le poids des wagons qui le porteraient, on trouve 300 kilogr. par cheval.

Les machines à vapeur des grands express fournissent sur de longs parcours dans les environs de 700 chevaux, et même davantage ; l'emploi des accumulateurs ne sera donc pratique pour les trains lourds que lorsqu'on aura combiné des accumulateurs beaucoup plus légers que ceux dont on dispose. Actuellement, les accumulateurs placés sur les trains comme source d'électricité, tels que ceux que la Compagnie du Nord emploie et qui résultent des beaux travaux de MM. Sartiaux et Sarcia, ne paraissent pouvoir rendre de services sur les chemins de fer que pour des voitures automotrices légères ou pour des trains légers.

On peut d'ailleurs espérer que des accumulateurs très légers seront inventés ; l'emploi d'accumulateurs portés par le train deviendrait alors une excellente solution, même sur les lignes à grande circulation.

Enfin, on pourra souvent mettre utilement en pratique le système de M. J.-J. Heilmann, que nous avons décrit dans son principe, et qui consiste à produire l'électricité sur le train lui-même, au moyen de machines à vapeur et de dynamos. Nous avons montré comment il y a là une utilisation spéciale de l'énergie, en deux périodes, favorable à la traction. Lorsque l'on aura trouvé le moyen espéré de transformer directement l'énergie calorifique en énergie électrique, le principe posé par M. J.-J. Heilmann aura évidemment son plein effet. En attendant, il sera certainement mis en œuvre d'une façon pratique en mainte circonstance, car, tout en étant intermédiaire entre la traction à vapeur proprement dite et la traction électrique, il permet de profiter des avantages inhérents à cette dernière, c'est-à-dire principalement de l'adhérence et de la vitesse.

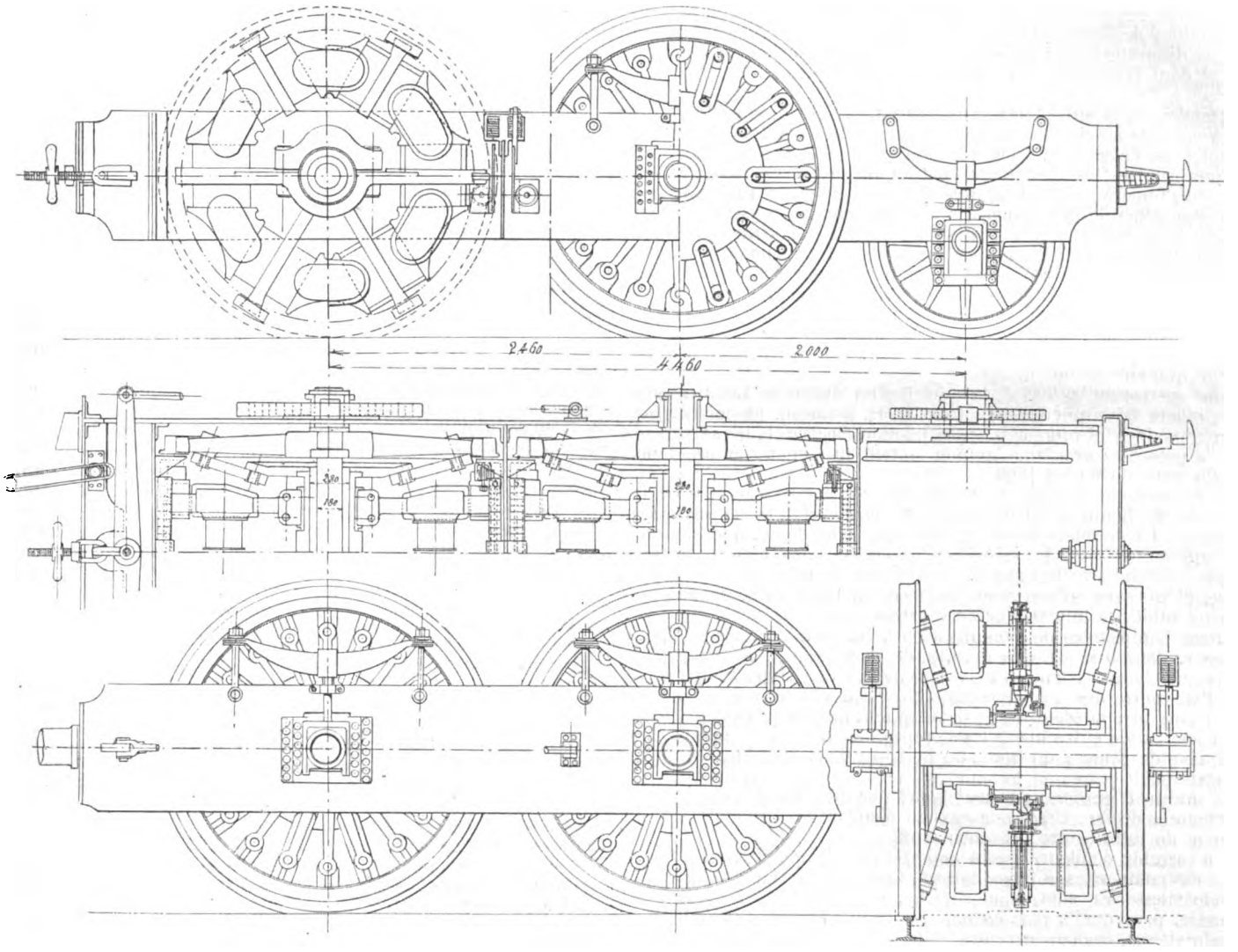


FIG. 1 à 4. — Coupes longitudinale, transversale et plan d'une locomotive électrique H. Bonneau et Desroziers.

Locomotive électrique à bielles. — Nous donnons dans la figure 5, d'après le travail de MM. Bonneau et Desroziers, le diagramme d'un

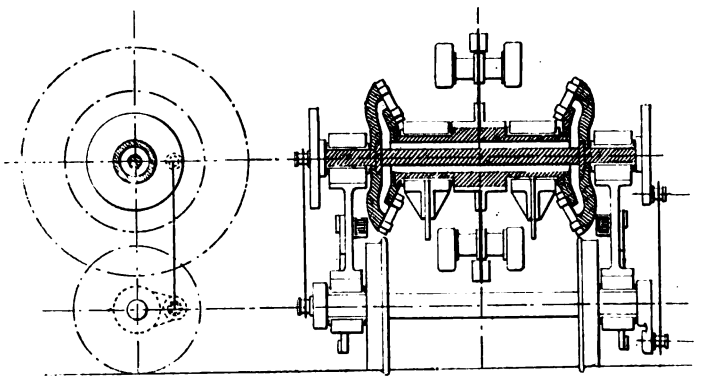


FIG. 5. — Diagramme d'un dispositif de locomotive électrique à bielles.

dispositif différent, dans lequel l'induit de la dynamo imprime un mouvement de rotation à un arbre AB, qui n'est pas un essieu moteur, par l'intermédiaire d'un arbre creux et de plateaux Raffard ; comme ci-dessus, les inducteurs et les coussinets des arbres creux des

Digitized by Google

induits sont supportés par des bâtis reliés au châssis général de la machine par des ressorts verticaux et horizontaux.

Dans ce diagramme, l'arbre est relié par bielles à l'essieu moteur.

Les bielles qu'il vaut mieux ne pas employer pour les locomotives à très grande vitesse peuvent donner de bonnes solutions pour des vitesses moindres.

Dans le diagramme, l'arbre moteur se trouve au-dessus de l'essieu; il est évident que leurs axes peuvent se trouver dans des positions parallèles quelconques l'un par rapport à l'autre.

On pourrait aussi, dans certains cas, et par exemple dans le cas des locomotives électriques à crémaillères, avoir des engrenages ou des chaînes de Galle entre l'arbre et l'essieu. Nous n'insisterons pas sur ces dispositions qui relèvent essentiellement de l'art du mécanicien et dont l'emploi variera suivant les circonstances.

Extension de la vitesse aux marchandises. — Les avantages qui résulteront pour la circulation des voyageurs sur les voies ferrées de l'emploi de l'électricité sont incontestables et évidents. Mais nous croyons que ses bienfaits ne se borneront pas là et qu'il résultera aussi de l'importante modification qui se prépare un relèvement de la vitesse générale des transports : ce relèvement constituera, dans l'ordre économique, une évolution du progrès analogue à celle qui s'est produite naguère lorsque les locomotives à vapeur ont remplacé les diligences. Nous insisterons quelque peu sur ce point de vue, car la généralisation rapide de la traction électrique, la facilité et l'économie de son emploi, dépendent certainement de la possibilité de cette extension : le classement et la catégorisation des vitesses reposent en grande partie sur des préjugés, et constituent à n'en pas douter une entrave au progrès.

Pour mettre cet aspect de la question en évidence, nous ne saurions mieux faire que d'emprunter à M. H. Bonneau, lui-même, partisan convaincu et promoteur de la traction électrique, les arguments qu'il a présentés avec une grande netteté au Congrès international des Chemins de fer en 1889.

Le mouvement énorme de transports créé par les chemins de fer a eu, dit M. Bonneau, deux causes principales (1) : *le bon marché* et *la vitesse*. La première de ces causes a eu, sans doute, une influence prépondérante, mais la seconde n'a pas été sans action, et nous croyons qu'une amélioration de la situation actuelle sous ce rapport ne serait pas sans influence sur les recettes. Dans les Compagnies où l'on ne subit pas une concurrence active, soit de la navigation, soit d'autres Compagnies de chemins de fer, on paraît parfois se désintéresser, dans une certaine mesure, de l'accélération des transports de petite vitesse. Il en est tout autrement des Compagnies qui ont à lutter contre des concurrences : chez celles-ci, la vitesse est une arme dont on apprécie la valeur; ainsi font les Compagnies anglaises dans leur lutte entre elles, les Compagnies belges, les Compagnies françaises de l'Ouest, du Nord, du P.-L.-M. dans leur lutte contre la navigation.

La vitesse n'est donc pas seulement une question de progrès pour les chemins de fer; c'est pour eux un élément de développement du trafic et de lutte contre les concurrents.

Il ne semble d'ailleurs pas à craindre que l'accélération des transports de petite vitesse fasse baisser sensiblement les recettes de la grande vitesse. En effet, si on cherche, pour le réseau P.-L.-M., par exemple, pour quelle part entrent les recettes des marchandises de grande vitesse, bagages exceptés, dans les recettes totales de grande et de petite vitesse, impôts déduits, on trouve que la part de la grande vitesse n'a pas cessé d'augmenter. Le tableau ci-après résume ces considérations.

Années	Recettes — Grande vitesse (2)	Recettes — Petite vitesse	Recettes — Totales	Pourcentage — Grande vitesse	Pourcentage — Petite vitesse
	Francs	Francs	Francs	%	%
1872	16.244.772	169.749.773	185.994.546	8,7	91,3
1873	15.385.184	191.050.632	206.435.816	7,5	92,5
1874	16.732.128	183.977.160	200.709.289	8,3	91,7
1875	17.803.916	184.714.184	202.518.100	8,8	91,2
1876	18.106.139	184.890.763	202.996.902	9,0	91,0
1877	18.584.141	175.122.234	193.706.375	9,6	90,4
1878	18.605.594	175.864.605	194.470.200	9,6	90,4
1879	19.756.474	182.069.407	201.825.882	9,8	90,2
1880	20.637.023	214.421.993	235.059.017	8,8	91,2
1881	22.275.866	219.089.949	241.365.815	9,2	90,8
1882	21.706.721	214.735.224	236.441.946	9,2	90,8
1883	20.896.105	209.837.300	230.733.406	9,0	91,0
1884	20.805.859	203.788.640	224.594.499	9,3	90,7
1885	21.160.095	192.885.391	214.045.486	9,9	90,1
1886	22.157.607	180.311.742	202.469.349	10,9	89,1
1887	22.320.071	189.039.787	211.359.858	10,6	89,4
1888	23.228.034	195.958.716	219.186.751	10,6	89,4

Il résulte de ces chiffres que l'accélération notable des transports de petite vitesse, qui s'est réalisée rapidement au P.-L.-M. en 1875 et les années suivantes, n'a produit aucune réduction sensible dans les recettes de la grande vitesse; le montant de ces recettes a même augmenté et continue à augmenter relativement aux recettes de petite vitesse, quoique les transports de petite vitesse soient allés sans cesse en s'améliorant. Nous ne voulons pas dire que l'influence de l'accélération de la petite vitesse sur les recettes de la grande vitesse est nulle, mais il semble que la réduction qu'elle peut produire est peu importante; elle est certainement inférieure aux avantages qui résultent de l'accélération de la petite vitesse. Quelque soin que l'on apporte à l'organisation et à l'exécution des transports de petite vitesse, on peut se rendre compte facilement qu'ils sont toujours beaucoup moins rapides que ceux de la grande vitesse; le temps de séjour de la marchandise sur le quai de départ avant le chargement, la durée du transport, les stationnements des wagons pour les correspondances de trains, le déchargement à l'arrivée, l'envoi de la lettre d'avis, le transport à domicile, seront forcément toujours beaucoup plus longs pour la petite vitesse qu'ils ne le sont pour la messagerie, qui conservera toujours un grand avantage de rapidité et de régularité dans la vitesse. On peut donc être rassuré au sujet des effets que pourraient avoir sur les recettes de grande vitesse les accélérations des transports de la petite vitesse.

Sur le London and North-Western Railway, en Angleterre, où les transports de petite vitesse se font avec une extrême rapidité, les recettes de grande vitesse ont été en 1888 de 16 561 650 francs (y compris les recettes des bagages, qui sont peu importantes) et celles de petite vitesse de 154 964 550 francs, ce qui donne 9,6 % pour le pourcentage de la grande vitesse par rapport aux recettes cumulées de la grande vitesse et de la petite vitesse.

Mais ce qui importe aux Compagnies, ce n'est pas la recette brute, c'est la recette nette : or, l'accélération de vitesse coûte au point de vue de la traction; elle est, au contraire, *une source d'économies pour le matériel roulant et la bonne utilisation des voies et des gares*.

La durée commerciale d'un transport, celle qui importe au public, c'est le temps qui s'écoule entre le moment où l'expéditeur a remis la marchandise à la gare de départ, et celui où elle est mise à la disposition du destinataire, en gare ou à domicile. Nous n'avons pas à nous occuper ici des opérations à l'arrivée; nous avons surtout à nous occuper de la durée du transport entre les gares de départ et d'arrivée, tout en tenant compte, bien entendu, de ce que l'heure même d'arrivée à la gare destinataire n'est pas indifférente.

Mais, pour préciser un peu la part des diverses phases dont la réunion constitue la durée totale du transport, il paraît intéressant de faire connaître les résultats d'un relevé fait par une grande Compagnie au sujet des durées moyennes de séjour des marchandises au départ, en route et à l'arrivée. Ce relevé porte sur les expéditions reçues, un jour donné, dans douze gares importantes; le relevé a donné les résultats suivants :

Séjour (au départ) en moyenne	18 heures.
Séjour (en route) aux conditions normales, parcours moyen 202 kilomètres	23 —
Séjour (à l'arrivée)	45 —
TOTAL	86 heures.

La réduction des séjours au départ, à l'arrivée et de la durée des escales ne coûte rien aux Compagnies, à la condition de bien utiliser les charges offertes par les machines; la vitesse seule de la marche, proprement dite, peut occasionner un accroissement de dépenses.

Toutes les Compagnies se sont donc efforcées de réduire les temps perdus, qui sont à la fois nuisibles et coûteux, et les principes qui dominent dans l'organisation du service des trains de marchandises sont actuellement l'utilisation des charges et la réduction au minimum des temps perdus.

Voici ce qu'a fait, dans cet ordre d'idées, la Compagnie de P.-L.-M.

Des trains exceptionnellement rapides transportent les légumes et les fruits qui sont expédiés en abondance des régions d'Hyères et d'Avignon sur Lyon et surtout sur Paris; la vitesse de marche de ces trains atteint 55 kilomètres; d'Avignon à Paris (741 kilomètres), le parcours s'effectue en vingt et une heures environ.

Le service des marchandises de petite vitesse est fait sur les grandes artères presque uniquement par des trains de marchandises : les trains mixtes sont fort rares. Sur les lignes à faible trafic, on ne fait de trains de marchandises que lorsqu'il n'est pas possible de faire enlever la petite vitesse par les trains qui transportent des voyageurs, trains mixtes et trains de marchandises transportant des voyageurs; ces derniers trains étant particulièrement lents, on n'en fait jamais plus d'un par jour dans chaque sens. Sur les lignes qui, tout en exigeant au moins un train de marchandises, ne sont pas cependant de première importance, on se sert d'un assez grand nombre de trains mixtes pour réduire le nombre des trains de marchandises. On obtient ainsi une exploitation très économique.

Les très grandes différences de trafic qui existent entre certaines lignes du réseau, qui sont des moins productives, et d'autres, dont le trafic est très intense, ne permettent pas, à la Compagnie P.-L.-M. comme pour le réseau du Nord par exemple, dont les conditions sont toutes différentes, d'avoir une formule à peu près uniforme; on est obligé de varier les formules suivant l'importance des lignes, le plus ou moins de facilité des correspondances et les sujétions de roulement des machines.

Les vitesses de marche des trains de marchandises varient habituellement entre 20 et 30 kilomètres. Entre Paris et Lyon, la vitesse des trains directs a été portée, en 1884, à 36 kilomètres.

Par suite du grand nombre de trains de voyageurs et de marchandises circulant sur cette ligne, les marches des trains de marchandises tracées à 30 kilomètres étaient devenues très mauvaises par suite du trop grand nombre de garages réguliers et accidentels; la Compagnie de P.-L.-M. a donc fait construire pour le service de cette ligne des machines d'un nouveau type, qui ont permis d'enlever à une vitesse de 30 kilomètres les mêmes charges que les machines anciennes à 36 kilomètres. D'ailleurs, grâce aux perfectionnements apportés dans la construction de ces machines et à l'économie de personnel qui est résultée de l'augmentation de la vitesse de marche et

(1) Congrès international des Chemins de fer. *Comptes rendus. 1889.* Communication de M. H. Bonneau, sous-chef de l'exploitation des chemins de fer P.-L.-M.

(2) Articles de messagerie et lait, finances, voitures et transports funèbres, chevaux, bestiaux, *impôt non compris.*

Digitized by Google

de la diminution de durée des garages, l'accélération de vitesse a été obtenue sans augmentation de dépenses pour la traction.

On est arrivé, ainsi, entre autres résultats, à utiliser dans les meilleures conditions les installations fixes, le matériel roulant et la puissance des machines. Il convient cependant de donner quelques renseignements complémentaires à ce sujet.

Pour réduire au minimum les quais et les voies des gares, on doit s'efforcer de faire les expéditions dans la soirée et la première partie de la nuit, et consacrer aux arrivages la fin de la nuit et la matinée; pour des réseaux étendus, ce programme ne peut être qu'une indication générale, qu'il importe cependant de ne pas perdre de vue, car il correspond aussi bien à l'intérêt du public qu'à celui des Compagnies. Pour bien utiliser les gares de triage et de formation, on s'efforce de réduire au minimum la durée de stationnement des wagons, d'une part, en déformant les trains dès leur arrivée, plaçant de suite les wagons sur les voies qui sont affectées à chaque lot, et, d'autre part, en fixant le départ des trains qui enlèvent les divers lots aux heures qui permettent de garder ceux-ci le moins longtemps possible en gare.

Sur certaines lignes anglaises, le trafic est devenu assez intense pour obliger à construire pour les trains de marchandises, sur de grandes longueurs, une ou deux voies de circulation spéciales dans le voisinage des premières voies principales. A la Compagnie de P.-L.-M., on a été de même amené à construire la ligne de la rive droite du Rhône pour dégager la ligne de la rive gauche.

Il est clair que lorsqu'on approche du moment où des travaux aussi coûteux vont devenir nécessaires, on s'efforce de les éloigner par des mesures spéciales, en particulier en construisant des machines capables de traîner rapidement des trains de marchandises très lourds; c'est ce que l'on a fait à la Compagnie de P.-L.-M., il y a quelques années, pour dégager la ligne de Paris à Lyon.

Les économies qu'une exécution rapide du transport des marchandises permet de réaliser sur le matériel roulant sont évidentes. Ces économies sont égales à l'intérêt du capital que l'on a évité de dépenser en matériel. Si une Compagnie, au lieu d'avoir 40 000 wagons, par exemple, n'en a que 35 000, l'entretien de ces 35 000 wagons et les dépenses de renouvellement seront égales, sensiblement, à celles qui correspondraient à un effectif de 40 000. Cela est généralement admis; il n'y a donc qu'à tenir compte de l'intérêt du capital économisé et non d'un amortissement.

Il faut rappeler d'ailleurs qu'à tout accroissement de matériel correspondent des dépenses nouvelles dans les installations des gares. A la Compagnie du Nord, où cette question a été étudiée en détail, on compte que ces installations nouvelles ont une valeur égale à peu près à celle du nouveau matériel.

En résumé, une exécution rapide des transports de petite vitesse permet aux Compagnies de réaliser d'importantes économies sur le matériel roulant et les installations fixes. Ces économies n'ont pas de contre-partie de dépense tant que les vitesses de marche proprement dites ne sont pas augmentées, ou plutôt tant que le nombre des trains n'est pas augmenté. La bonne utilisation des charges et la réduction au minimum des temps perdus sont donc toujours avantageuses et la mise en pratique de ces principes fait l'objet des préoccupations constantes des services de l'exploitation.

Les augmentations de la vitesse de marche proprement dite peuvent produire des augmentations de dépenses pour la traction; c'est en mettant ces accroissements de dépense en balance avec les économies et les avantages qui en résultent, que l'on arrive dans chaque cas à fixer les vitesses de marche et à produire le maximum d'effet utile pour les Compagnies et le public.

A la Compagnie de P.-L.-M., on a reconnu récemment, par des calculs très précis, que la tonne brute transportée à la vitesse moyenne des trains de voyageurs coûtait le même prix de traction que la tonne brute transportée par les trains de marchandises. On peut donc dire que, sauf exceptions, l'augmentation de la vitesse, dans certaines limites, ne coûte rien à la traction; l'augmentation de dépense de combustible est compensée par l'économie que l'on réalise sur le personnel des mécaniciens et des chauffeurs en allant plus vite.

Conclusion. — Nous bornerons ici ces brèves considérations sur les avantages déjà reconnus que présente la généralisation du principe de la vitesse au transport des marchandises comme à celui des voyageurs. L'emploi de la locomotive électrique la consacrera. Il y aura certainement bien des habitudes à modifier, bien des usages à réformer et des règlements à remanier pour entrer dans la pratique ; mais on ne saurait hésiter à entrer dans cette voie pour assurer l'avenir. Il faudra résolûment renoncer aux errements du passé dès que nous serons mis en possession du précieux instrument de transport à vitesse pratiquement énorme et théoriquement illimitée que les travaux de nos ingénieurs et de nos électriciens vont nous fournir.

MAX DE NANSOUTY.

HYDRAULIQUE

ACCUMULATEURS DE LA STATION DE FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE de Birmingham.

(Planche XXIII.)

On cherche depuis longtemps la solution du problème consistant à fournir la force motrice par l'eau sous pression, accumulée sur un point d'une ville industrielle. Ce problème semble avoir été résolu d'une manière très pratique à Birmingham.

Nous allons, dans ce qui va suivre, décrire les accumulateurs de cette installation, d'après l'*Engineering* du 26 février 1892.

Les conduites, dans lesquelles l'eau est refoulée à la pression de 51kg,5 par centimètre carré, sont reliées avec les accumulateurs (fig. 1 et 2 pl. XXIII). Ceux-ci sont constitués par deux cylindres en fonte, ouverts vers le haut, dans lesquels se soulèvent ou s'abaissent des pistons en fonte tournés de 450 millimètres de diamètre, et chargés chacun de 84 tonnes de scories de fours à puddler, contenues dans des boîtes rivées en tôle. Ces boîtes sont guidées par des glissières en fonte fixées le long des montants en bois de 450 × 275 d'équarrissage, boulonnés aux faces intérieures des parois de la tour contenant les accumulateurs. Le côté gauche de l'accumulateur n° 1 a reçu une charge inférieure de 2,5 tonnes à celle du côté droit et par conséquent se soulève le premier. Arrivé à la fin de sa course, il est arrêté par de forts boulons en fer forgé. L'eau, ainsi empêchée de s'introduire dans l'accumulateur n° 1, commence à soulever celui n° 2; arrivé à 915 millimètres près de la fin de sa course, l'accumulateur n° 2 actionne, par l'intermédiaire d'un taquet d'arrêt et d'un câble en fil d'acier, une valve appartenant à l'une des pompes de 35 chevaux, ce qui fait revenir l'eau vers la conduite d'aspiration, et la pompe s'arrête (fig. 1, 2, pl. XXIII et fig. 1, 2 ci-après). Un nouveau soulèvement de 455mm, force un autre taquet d'arrêt à mettre hors service une deuxième pompe de 35 chevaux, et enfin, après un dernier soulèvement de 455mm, la troisième et dernière pompe est obligée de s'arrêter. Les deux accumulateurs sont maintenant complètement remplis, et contiennent assez d'énergie pour fournir 3,70 chevaux-vapeur par heure, que l'on peut leur emprunter à un taux quelconque; par exemple, on peut y prendre 22 chevaux pendant 10 minutes, ou bien la force d'un homme pendant 18 h. 30 m. En pratique, cependant, les accumulateurs ne sont jamais utilisés jusqu'au maximum de leur force, car dès que le n° 2 commence à s'abaisser, il ferme successivement les valves qu'il avait précédemment ouvertes, et met ainsi au fur et à mesure en action les pompes hydrauliques qui refoulent autant d'eau qu'il en a été dépensé.

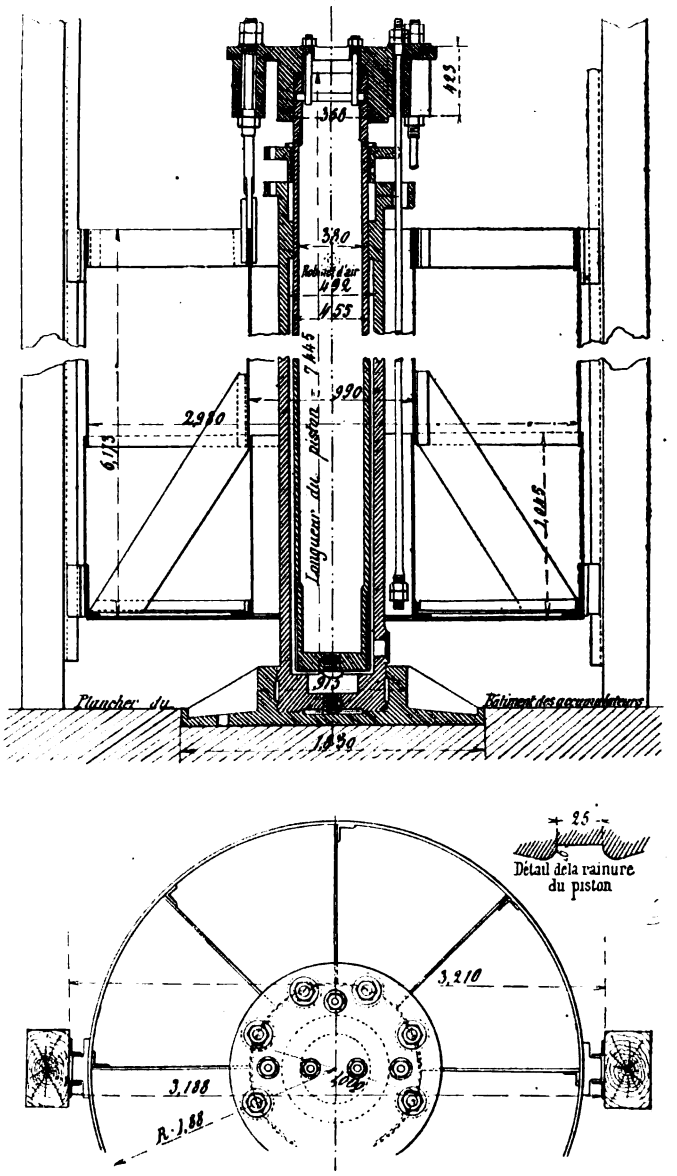


FIG. 1, 2 et 3. — Coupes transversale et horizontale des accumulateurs.

Digitized by Google

Pour empêcher le piston de l'accumulateur n° 2 d'être refoulé hors de son cylindre, on a pris diverses mesures de précaution. Avant tout, les pompes sont mises successivement hors de service, comme il a été dit plus haut. Si cette opération ne réussit pas, une valve de sûreté est soulevée par l'accumulateur en train de monter, et l'eau à haute pression sort ainsi par la valve aussi vite qu'elle est refoulée. Lorsque cette deuxième précaution ne suffit pas, le soulèvement du piston est rendu impossible par des boulons d'arrêt, et l'eau sous pression soulève alors une valve de sûreté chargée, et s'écoule au dehors. Dans le cas où la troisième mesure de précaution reste sans effet, la montée du piston oblige l'eau de s'échapper par un trou qui est percé d'un bout à l'autre dans le métal du piston, de manière à établir une communication entre l'intérieur de l'accumulateur et l'air libre, au-dessus des presse-étoupes par lesquels passe le piston. Il est possible que l'un quelconque de ces moyens soit illusoire, mais tous ensemble ils donnent une sécurité suffisante.

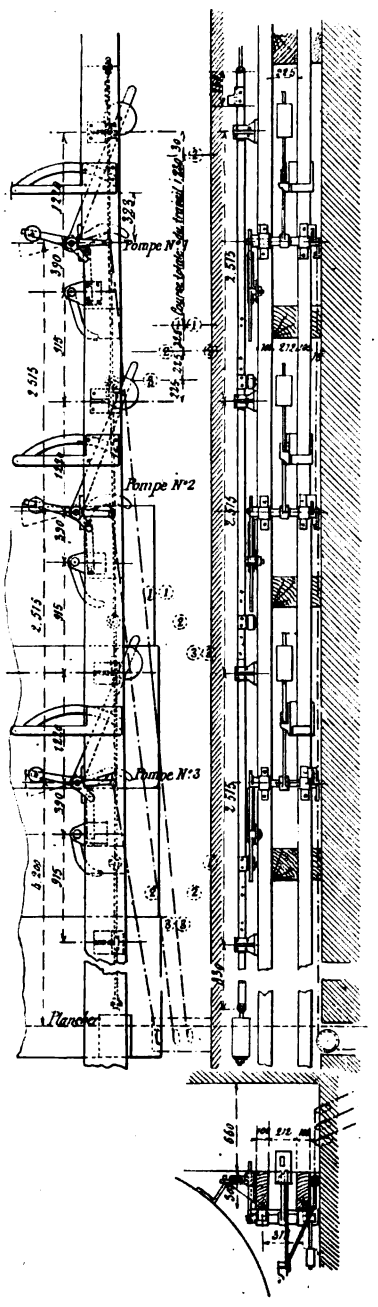


FIG. 4, 5, 6.

Des moteurs à gaz de douze chevaux actionnent les pompes. On sait que l'on est obligé de tourner ces moteurs à la main pour les faire démarrer et remplir les accumulateurs. Mais, dès que l'on dispose de l'eau sous haute pression, la marche que l'on suit est différente. L'eau sous pression est utilisée pour actionner un moteur Brotherhood à trois cylindres de deux chevaux-vapeur, sur l'arbre duquel on a claveté un tambour de 300 millimètres de diamètre environ. En agissant sur un levier, le mécanicien peut déplacer le moteur hydraulique de façon à ce que le tambour qui tourne vienne à presser contre le volant du moteur à gaz, lorsque celui-ci doit être mis en mouvement. Dès que le moteur à gaz se suffit à lui-même, le moteur Brotherhood est remis à sa place primitive et on cesse l'introduction de l'eau sous pression. Toute l'opération ne prend que peu de minutes. Une autre nouveauté de cette installation consiste dans la suppression des réservoirs contenant l'eau pour refroidir les cylindres des moteurs à gaz; on y parvient en faisant passer par l'enveloppe des cylindres à gaz l'eau que les pompes aspirent.

Le dégagement du gaz qui s'échappe des moteurs à gaz est souvent très désagréable par le bruit qu'il produit, surtout dans le cas de moteurs puissants, comme ceux dont il s'agit. On y a remédié en faisant passer le tuyau d'échappement des trois machines dans un grand rampant en briques, de 1m,525 de hauteur et de 760 millimètres de largeur, et disposé suivant toute la longueur du bâtiment des machines et de la cour. De l'air frais est amené à ce rampant par un autre rampant semblable dont l'ouverture se trouve dans la cour. On obtient ainsi un courant d'air très puissant qui s'engouffre dans la cheminée et entraîne avec lui tout l'air vicié venant des conduites d'échappement des moteurs à gaz.

Il existe dans la ville près de 80 ascenseurs actionnés par la force hydraulique des conduites municipales. On fait usage de transformateurs hydrauliques partout où la pression de l'eau venant des conduites de la ville ne suffit pas pour les mettre en mouvement.

On a calculé que le service municipal des eaux économise, grâce à cette installation, les neuf dixièmes du volume d'eau nécessaire à actionner les ascenseurs. La machinerie hydraulique a été construite par la " Chester Hydraulic Engineering Company ".

T. C. H.

CHEMINS DE FER

LES NOUVEAUX TARIFS DE GRANDE VITESSE
des grandes Compagnies de chemins de fer.

(Suite[1].)

I. — VOYAGEURS ET LEURS BAGAGES. — **Généralités.** — Les divers éléments qui exercent une influence sur la détermination du prix du voyage que la Compagnie est autorisée à percevoir, sont: la distance à parcourir, le confortable de la place occupée par le voyageur, l'âge du voyageur. En France, la vitesse n'exerce aucune influence sur le prix du voyage, le prix est le même pour les trains marchant à des vitesses très différentes, comme 30 et 90 kilom. à l'heure. Dans certains pays étrangers il n'en est pas de même; c'est ainsi que les prix des places dans les trains express sont majorés de 25 °/₀ en Belgique, 10 °/₀ en Italie, etc.

La perception a lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus (article 42 du cahier des charges). Cependant cette règle souffre une exception: si la distance parcourue est inférieure à 6 kilomètres, elle est comptée pour 6 kilomètres. Cette exception se justifie parfaitement : chaque voyageur qui prend le chemin de fer pour faire un voyage, profite de tous les avantages que lui assure l'organisation des divers services de la Compagnie, et cet avantage qu'il en tire est indépendant du parcours qu'il effectue; or, dans le prix de sa place doivent figurer une part tenant compte des frais du transport proprement dit et une autre part tenant compte des dépenses nécessitées par les services généraux. C'est en vue de faire contribuer tout voyageur à ces dépenses que le minimum de perception a été fixé au parcours de 6 kilomètres.

Dans les nouveaux tarifs, appliqués à partir du 1er avril 1892, la Compagnie du Nord établit son minimum de perception pour un parcours de 3 kilomètres, celle de l'Ouest descend à 2 kilom. pour ses trains légers.

L'article 42 du cahier des charges divise les voitures des voyageurs en trois classes suivant le confortable qu'elles présentent. Le prix de revient de construction des voitures étant d'autant plus élevé qu'elles offrent plus de confortable au public, il est de toute équité que le prix des places offertes en location subisse une majoration.

L'âge du voyageur exerce une influence sur le prix: ainsi tout voyageur âgé de moins de trois ans ne paye rien; de trois à sept ans, il paye demi-place; au-dessus de sept ans il paye place entière.

Voyages simples. — Nous avons donné précédemment une comparaison entre les anciennes taxes et les nouvelles pour le parcours d'un kilomètre. Nous nous contenterons ici de les reproduire simplement, en ajoutant les prix des demi-places et des quarts de place.

	Places entières			Demi-places			Quarts de places		
	1re cl.	2e cl.	3e cl.	1re cl.	2e cl.	3e cl.	1re cl.	2e cl.	3e cl.
	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
Anciens tarifs. .	12,32	9,24	6,776	6,16	4,62	3,388	3,08	2,31	1,694
Nouveaux tarifs	11,20(2)	7,56	4,928	5,60	3,78	2,464	2,80	2,10	1,54

Les rapports entre les prix des places sont modifiés par l'application des nouveaux tarifs. Ainsi :

	Anciennes taxes	Nouvelles taxes
Quand le voyageur de 3e classe paye . Fr.	1	1
Le voyageur de 2e classe paye.	1,36	1,53
Le voyageur de 1re classe paye.	1,82	2,27 (3)

Sur les lignes de banlieue où le service n'est fait qu'avec deux classes de voitures, les voyageurs de première classe payent le prix des secondes, et ceux des secondes le prix des troisièmes. On supprime comme matériel les voitures de troisième classe et comme perception les prix de la première classe.

Pour les parcours dont le prix est inférieur à 0 fr. 50, l'impôt de 1871 n'ayant pas été appliqué, les nouveaux tarifs n'apportent en général aucune modification. C'est ce qui peut être observé pour les prix de certains parcours du réseau de la banlieue de la Compagnie de l'Ouest, de la ligne de Vincennes, et des billets de zone de la Petite Ceinture de Paris, dont voici les prix anciens et nouveaux :

	Anciens tarifs		Nouveaux tarifs	
	1re classe	2e classe	1re classe	2e classe
1re zone.	0f 40	0f 20	0f 40	0f 20
2e zone.	0 60	0 30	0 55	0 30

Il est intéressant de comparer les prix kilométriques de nos tarifs, avec ceux appliqués à l'étranger. Nous prenons nos chiffres dans le *Traité général des tarifs de chemins de fer* de M. Ulrich.

	1re classe	2e classe	3e classe
	centimes	centimes	centimes
France, anciens tarifs.	12,32	9,24	6,776
— nouveaux tarifs	11,2	7,56	4,928
Chemins prussiens, trains express. .	11,25	8,338	5,838
— trains ordinaires.	10,00	7,50	5,00
Union des chemins suisses	10,4	7,30	5,20
Italie, trains express.	12,43	8,71	5,65
— trains ordinaires.	11,30	7,91	5,09
Belgique, trains ordinaires	7,56	5,67	3,78
— trains express (1/4 en plus).	9,45	7,08	4,725

(1) Voir le *Genie Civil*, tome XX, n° 21, p. 345.
(2) Sur le réseau de l'Etat le voyageur à plein tarif en 1re classe paye 0 fr. 10192, au lieu de 0 fr. 112 par kilomètre.
(3) 2.07 au lieu de 2.27 sur le réseau de l'Etat.

Digitized by Google

STATION DE FORCE HYDRAULIQUE DE BIRMINGHAM

Accumulateurs

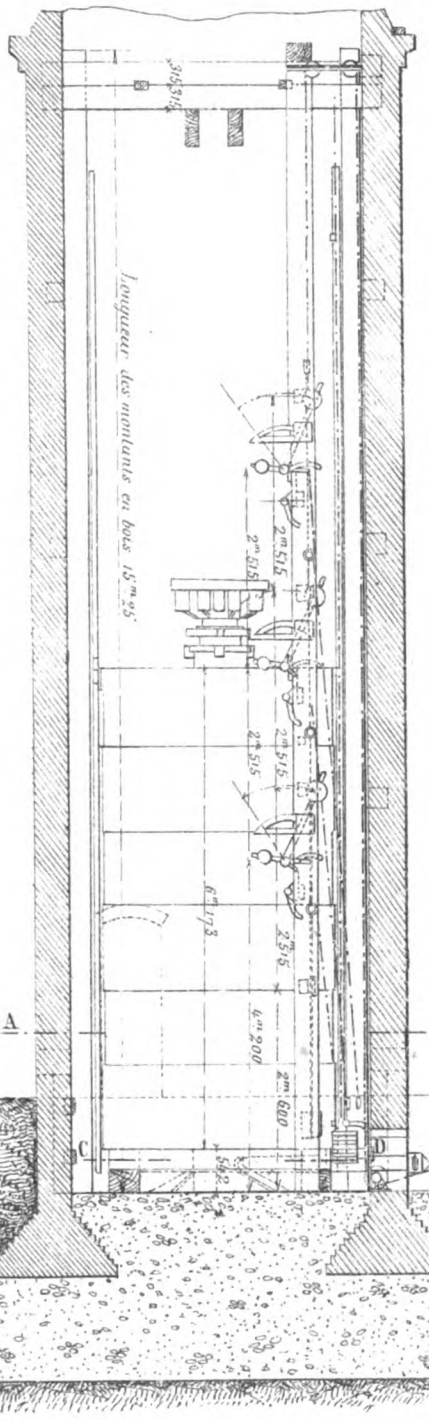


Fig 3. Section AB

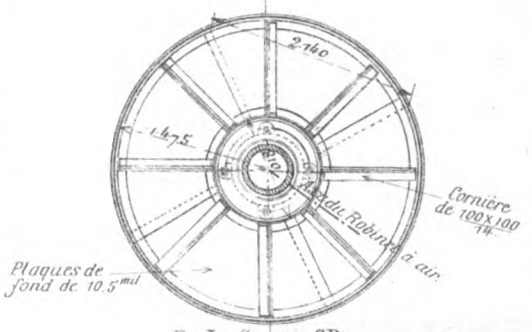


Fig 4. Section CD.

Fig 1. Coupe verticale

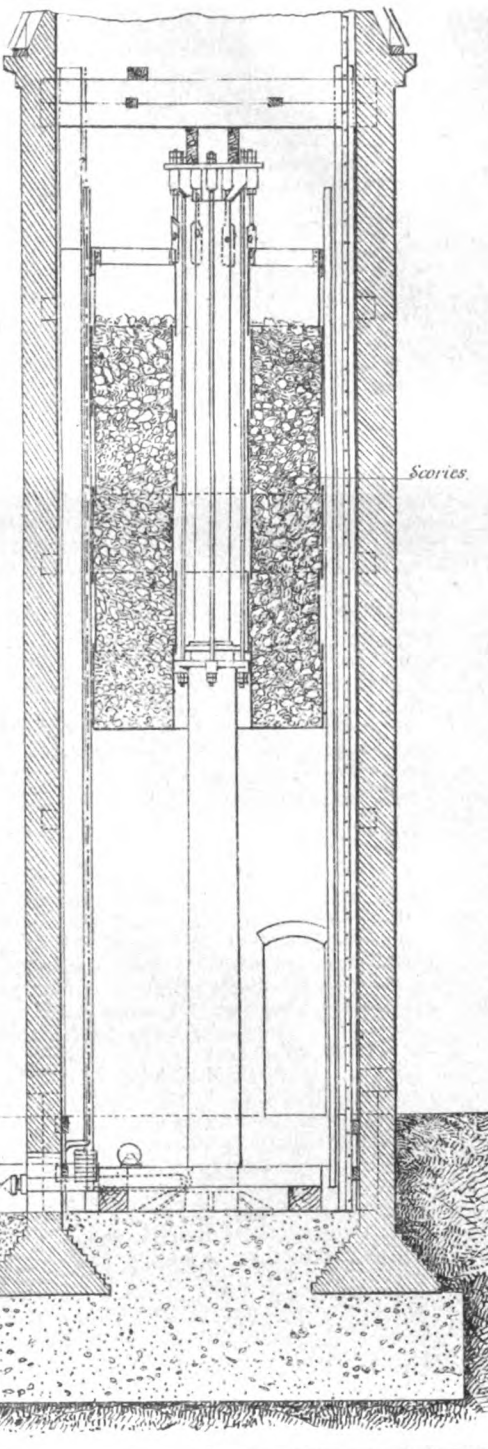
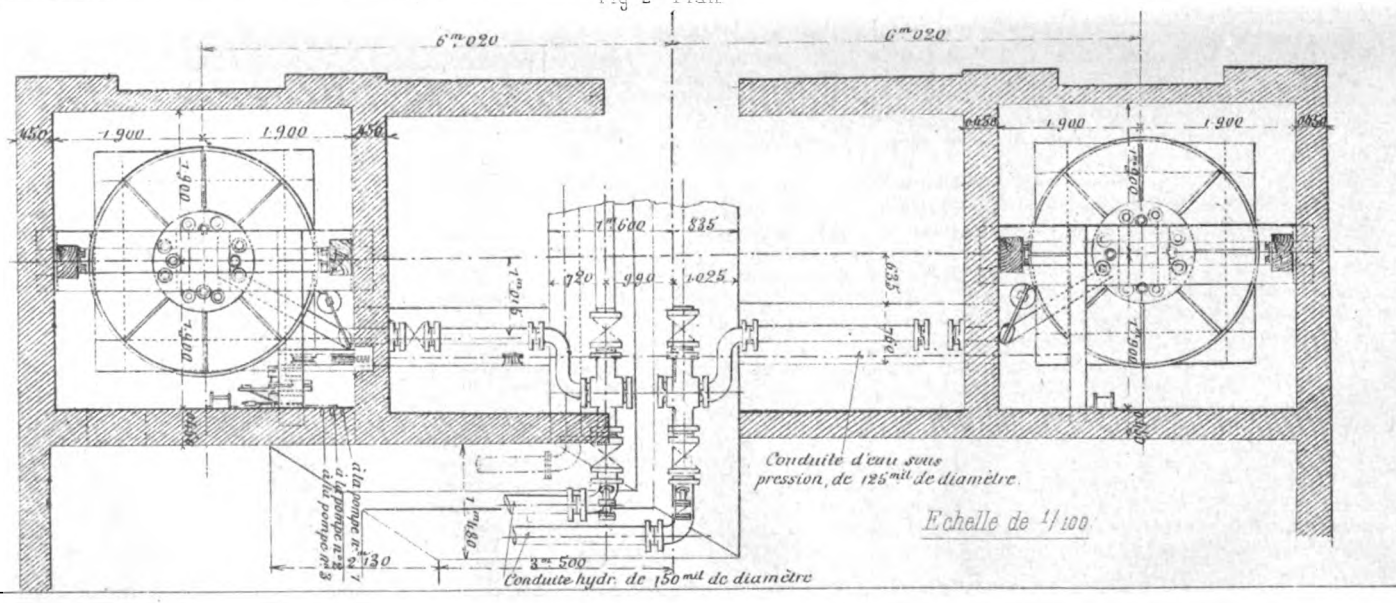


Fig 2. Plan.



Digitized by Google

Digitized by Google

Certains parcours, à cause de l'affluence des voyageurs, comportaient des réductions égales ou supérieures à celles faites par les nouveaux tarifs. Pour ces parcours, en général, la réduction est celle de l'impôt, 10 °/₀ simplement; cependant il se peut qu'il n'y ait pas de réduction : c'est ce qui a lieu par exemple pour le trajet de Bordeaux-Saint-Jean à Pessac en 2e classe, dont le prix est de 0 fr. 40 dans le nouveau tarif comme dans l'ancien.

Bagages. — Les excédents de bagages restent passibles de la taxe de 12 °/₀ d'après l'article 27 de la loi du 26 janvier 1892. La perception de la taxe se fait suivant deux bases différentes, suivant que les excédents ont un poids au plus égal à 40 kilogr. ou supérieur. Voici les prix par tonne et par kilomètre :

	De 0 à 40 kilogr.	Au-dessus de 40 kilogr.
	centimes	centimes
Anciennes taxes (impôt de 1871 compris) . .	55,44	44,352
— (impôt de 1871 déduit) . . .	50,40	40,32
Nouvelles taxes.	50,00	40,00

Les diminutions consenties par les Compagnies sont insignifiantes, mais il faut bien reconnaître que très fréquemment le déchargement et le chargement des bagages aux stations provoquent des retards, surtout aux express; aussi les administrations des chemins de fer ont tenu à conserver un tarif élevé qui est presque prohibitif, si on le compare aux nouveaux prix des transports des marchandises en grande vitesse.

Le prix de la manutention (chargement et déchargement) des bagages, qui était fixé à 1 fr. 60 par tonne dans les anciens tarifs, est réduit à 1 fr. 50. Les excédents de bagages, dont le poids est inférieur à 40 kilogr., sont exempts de tout droit de manutention.

La France est un des rares pays où chaque voyageur ait droit au transport gratuit d'un poids déterminé de bagage. Certains chemins allemands accordent une franchise de 25 kilogrammes. Quand l'Etat a concédé les chemins de fer, le transport gratuit de 30 kilogrammes a été une faveur qu'il a fait accorder au public par le concessionnaire; mais aujourd'hui le public paie cette faveur, car les Compagnies estiment, d'après M. Picard, (1) qu'en moyenne chaque voyageur transporte avec lui environ 22 kilogrammes de bagages. D'après les nouveaux tarifs, le transport kilométrique de 22 kilogrammes de bagages en excédent donne lieu à la perception d'une taxe de 0 fr. 015; par suite, si la franchise était supprimée, le prix du parcours kilométrique des voyageurs pourrait être abaissé d'autant, ce qui rapprocherait nos taxes de celles de la Belgique en les rendant presque identiques. En Belgique, les voyageurs n'ont pas de franchise pour leurs bagages.

Billets d'aller et retour. — Les réductions consenties au public par les nouveaux tarifs ont besoin d'être comparées à celles faites dans les anciens.

Les Compagnies de l'Est, du P.-L.-M., de l'Orléans, de l'Ouest, du Midi faisaient une réduction de 25 °/₀ sur le prix total d'aller et de retour. Le Nord faisait une remise de 25 °/₀ à ses voyageurs de 1re et de 2e classe et de 15 °/₀ à ses voyageurs de 3e classe. L'Etat faisait 25 °/₀ de réduction sur le double des billets simples pour les relations entre toutes les gares de son réseau et Paris, et 40 °/₀ pour toutes les relations entre les gares de son réseau.

Les nouveaux tarifs offrent une plus grande uniformité; les Compagnies font une réduction de 25 °/₀ pour les voyageurs de 1re classe et de 20 °/₀ pour les voyageurs de 2e et de 3e classe. Voici les prix des transports par kilomètre pour les Compagnies :

	1re classe.	2e classe.	3e classe.
	Francs.	Francs.	Francs.
Anciens tarifs	0,1848	0,1386	0,10164 (2)
Nouveaux tarifs.	0,168	0,12096	0,078848

L'État admet dans ses nouveaux tarifs le principe différentiel, c'est-à-dire que la réduction sur le prix augmente d'autant plus que la distance à parcourir est plus grande. Voici la base adoptée :

	Kilomètres.	
Parcours de	0 à 100 . . .	Réduction de 30 °/₀.
—	101 à 300 . . .	Réduction croissant d'une manière continue de 30 à 40 °/₀ à raison de 1 °/₀ par 20 kilomètres.
—	300 et au-dessus	Réduction de 40 °/₀.

Presque toutes les Compagnies ont des prix exceptionnels pour certains parcours effectués dans des conditions déterminées; nous ne pouvons les reproduire tous, nous donnerons seulement les exceptions qui posent des règles méritant d'être signalées.

A l'occasion des pèlerinages de Sainte-Anne d'Auray et de Rocamadour, l'Orléans délivre, de quelques-unes de ses gares seulement, des billets d'aller et retour comportant une réduction de 40 °/₀ en 1re classe, de 35 °/₀ en 2e classe et de 30 °/₀ en 3e classe sur le double des prix des billets simples.

Dans ses banlieues de Rouen et du Havre, l'Ouest a des billets d'aller et retour en 3e classe, destinés aux ouvriers et valables seulement dans des trains désignés, comportant des réductions qui atteignent et dépassent même 50 °/₀ pour certains parcours.

Le Nord donne des billets collectifs d'aller et retour de famille, à l'occasion des fêtes et des vacances, avec délai de validité allongé, sous la condition d'effectuer un parcours minimum de 100 kilomètres aller et retour. La famille doit se composer d'au moins trois personnes payant place entière et voyageant ensemble. Le prix kilométrique payé par chaque personne varie tout à la fois suivant le parcours et suivant le nombre des personnes voyageant ensemble. Ce tarif est à base différentielle.

Le Midi a des billets d'aller et retour avec prix exceptionnels pour les marchés de certaines localités ou avec prix ordinaire avec allongements des délais suivant les localités et aussi suivant le jour où tombe la foire.

La Petite Ceinture de Paris a des billets d'aller et retour aux prix suivants :

	Anciens tarifs.		Nouveaux tarifs.	
	1re classe.	2e classe.	1re classe.	2e classe.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Première zone.	0.60	0.30	0.60	0.30
Deuxième zone	1 »	0.50	0.90	0.50

Abonnements. — Les Compagnies délivrent à leurs voyageurs des cartes dites d'abonnement pour des parcours déterminés et valables pendant un certain temps. Sur le parcours indiqué sur la carte que lui délivre la Compagnie, le voyageur abonné peut circuler autant que bon lui semble, sans avoir besoin de prendre de billet, sa carte lui en tenant lieu.

Le prix d'un abonnement varie suivant la longueur du parcours demandé, mais pas d'une façon proportionnelle comme pour les billets simples et les billets d'aller et retour. Les tarifs d'abonnement présentent des paliers. Ainsi sur la Grande-Ceinture, les abonnés en première classe pour un an, faisant des parcours de 15 et de 17 kilomètres, paient le même prix, 320 francs. En outre, les prix sont établis d'une façon empirique : on prend comme prix initial un abonnement d'un an en première classe et pour 6 kilomètres; on suppose que l'abonné fera trois cents voyages par an aller et retour, on fixe le prix aller et retour de chacun de ces voyages, puis on multiplie ce prix par 300, on prend la moitié et on a ainsi le prix initial. La Grande-Ceinture a ainsi adopté comme prix initial 150 francs, soit 300 voyages à 0,50 c. (le billet d'aller et retour à 6 kilomètres en première classe est de 1 franc); l'Est a adopté 144 francs, soit 300 voyages à 0.48 c. L'Est ayant une circulation plus active que la Grande-Ceinture a pu prendre une base plus faible. Les prix des autres parcours se déterminent au moyen d'une construction graphique très simple à réaliser : sur l'échelle des longueurs à la suite du prix initial, on prend une longueur égale à 1 ou 2 kilomètres, suivant les Compagnies, et l'ordonnée représentant le prix à cette distance aura pour longueur $\left(1+\frac{1}{3}\right)$ de l'ordonnée figurant le prix initial. La règle générale est la suivante : quand on connaît la distance précédente et l'ordonnée du prix qui y correspond, on obtient la longueur suivante en prenant une longueur égale à la précédente, augmentée d'un kilomètre, et l'ordonnée est obtenue en cumulant deux longueurs, l'une égale à la précédente, l'autre égale au tiers du prix initial. La courbe qu'on obtient et qui enveloppe les paliers est une parabole. Si P est le prix d'une carte d'abonnement en première classe, les prix des autres cartes sont ainsi déterminés :

	1re classe	2me classe	3me classe
Un an. . .	P	$\frac{3}{4}$ (P)	$\frac{1}{2}$ (P)
Six mois. .	$\frac{2}{3}$ P	$\frac{3}{4}\left(\frac{2}{3}\text{ P}\right)$	$\frac{1}{2}\left(\frac{2}{3}\text{ P}\right)$
Trois mois.	$\frac{2}{3}$ P	$\frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}\text{ P}\right)$	$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\text{ P}\right)$

Presque toutes les Compagnies ont simplement pris leurs anciens tarifs et ont abaissé les prix d'un dixième pour tous les parcours grevés de l'impôt de 1871. Comme les prix d'abonnement supposent que l'abonné fait un certain nombre de voyages par an, l'impôt de 1871 n'avait grevé que les parcours dont le prix de chaque voyage simple revenait à plus de 0 fr. 50, c'est-à-dire aux cartes dont le prix s'élevait au moins à 300 francs.

Nous devons signaler une innovation : la Petite Ceinture de Paris donne des abonnements, et ses prix se rapprochent de ceux de l'Ouest, ce qui ne saurait étonner.

Le nouveau tarif spécial G V n° 3 de la Compagnie du Nord, concernant les cartes d'abonnement, mérite une attention toute spéciale. Les paliers disparaissent et les prix sont déterminés par une parabole; si y est le prix de la carte d'abonnement, x la distance kilométrique du parcours, l'équation de la courbe est

$$y = 10\sqrt{50x - 100}$$

Le Nord délivre des abonnements ayant les durées suivantes : un an, six mois, trois mois et un mois. Les prix de ces divers abonnements sont ainsi établis :

	1re classe	2me classe	3me classe
Un an. . .	y	$\frac{3}{4}y$	$\frac{1}{2}y$
Six mois. .	$\frac{2}{3}$ d'un an.		
Trois mois.	$\frac{2}{3}$ de six mois.		
Un mois. .	$\frac{45}{100}$ de trois mois.		

Les abonnements d'un mois sont une innovation appelée à rendre bien des services; ils sont maintenant délivrés sur tout le réseau et à

(1) *Traité des chemins de fer*, par M. Picard.
(2) 0,115192 pour le Nord.

Digitized by Google

toute époque de l'année. La Compagnie avait essayé ces abonnements d'abord pour la saison des bains de mer et dans un certain rayon.

Le P.-L.-M. met à l'essai des abonnements d'un mois, pour les parcours n'excédant pas 100 kilomètres, dont le prix est la moitié d'une carte d'abonnement de trois mois sur le même parcours.

L'Etat a aussi des abonnements mensuels, mais pour certains parcours seulement, et pendant la saison des bains de mer.

Abonnements à prix réduits. — Les étudiants, les écoliers jouissent de faveurs particulières avec les nouveaux tarifs comme avec les anciens.

Le Nord délivre encore trois sortes d'abonnements à prix réduits:

Abonnements d'associés. Le prix à percevoir est celui des abonnements ordinaires réduits de 50 °/₀ pour chaque associé en plus du premier. Il n'est délivré qu'une seule carte pour chaque abonnement, cette carte pouvant servir alternativement à chaque titulaire ;

Abonnements de famille. Les cartes sont délivrées individuellement aux membres de la famille, le père, la mère et les enfants ainsi qu'aux précepteurs, gouvernantes et domestiques attachés à la famille. Les prix à percevoir pour les cartes de famille comportent les réductions suivantes sur les prix des abonnements ordinaires :

10 °/₀ pour deux personnes.	20 °/₀ pour 4 personnes.
15 °/₀ pour 3 personnes.	25 °/₀ pour 5 personnes.

Abonnements de 21 jours pour les stations thermales, Enghien-les-Bains, Pierrefonds, Saint-Amand, et Serqueux, délivrés pendant la saison au départ des stations situées dans un rayon de 100 kilomètres. La réduction est d'environ 1/4 sur le prix des abonnements d'un mois.

Abonnements d'ouvriers. — Ces abonnements sont hebdomadaires et valables par trains spéciaux; mais comme ils s'appliquaient à des parcours que l'impôt de 1871 ne frappait pas, il en résulte que sur ces prix, les nouveaux tarifs sont sans influence. Le Nord a les prix suivants :

De 0 à 5 kilomètres . .	Fr. 1 »	De 19 à 25 kilomètres . .	Fr. 2 80
6 à 11 kilomètres	1 40	26 à 32 kilomètres	3 60
12 à 18 kilomètres	2 05	33 à 40 kilomètres	4 30

L'Est et l'Orléans ont des prix inférieurs.

Voyages circulaires. — Les prix de ces voyages sont réduits, par suite de la nouvelle loi, d'un peu plus de 10 °/₀ sur l'Ouest, l'Est, l'Orléans, le Midi.

Le tarif commun des grandes Compagnies pour les voyages d'excursion avec itinéraires tracés d'avance, au gré du voyageur, comporte sur tous les prix une réduction de 1/10; seulement, on a supprimé les centimes dans tous les prix où la diminution en donnait. Il est délivré des billets collectifs avec réduction de 10 °/₀ pour la troisième personne et de 25 °/₀ pour la quatrième, ainsi que pour chaque personne au delà de la quatrième.

Le Midi a des billets spéciaux d'aller et retour pour les parcours supplémentaires non compris dans les itinéraires des billets de voyages circulaires. Les prix de ces billets d'aller et retour sont calculés d'après les prix du tarif général avec réduction de 25 °/₀ en première classe et de 28 °/₀ en deuxième classe. Les billets donnent la faculté de s'arrêter en cours de route.

Billets de bains de mer. — Ces billets ont leurs prix réduits par les nouveaux tarifs.

Le P.-L.-M. délivre des billets de bains de mer dans les mêmes conditions de prix que les voyages tracés au gré des voyageurs; le parcours doit être d'au moins 300 kilomètres. Pour les villes d'eaux, il est délivré des billets collectifs aux familles d'au moins quatre personnes, voyageant ensemble et faisant un parcours minimum de 300 kilomètres. Le prix de ces billets s'obtient en ajoutant au prix de six billets simples ordinaires, le prix d'un de ces billets pour chaque membre de la famille en plus de trois.

L'Etat allonge les délais de ses billets d'aller et retour sans augmentation de prix.

L'Orléans a deux sortes de billets : ceux valables du vendredi et du samedi au lundi, ou du dimanche au mardi, et ceux valables pendant 33 jours. La réduction est de 40 °/₀ en 1re classe, de 35 °/₀ en 2e classe et de 30 °/₀ en 3e classe sur le double du prix des billets simples.

L'Ouest a des billets pour familles d'au moins quatre personnes, voyageant ensemble et payant place entière. Ces billets, valables pendant 33 jours, comportent une réduction de 40 °/₀; un minimum de parcours de 500 kilomètres aller et retour est exigé en général. Les billets d'aller et retour valables du vendredi au lundi comportent des réductions variables, suivant les localités, sur les billets d'aller et retour ordinaires.

Le Nord a aussi des billets de famille valables pendant 33 jours avec parcours minimum de 100 kilomètres aller et retour, et des billets valables du vendredi au mardi. Le prix des billets de 33 jours est ainsi fixé: prix du billet simple pour les trois premiers voyageurs, demi-tarif pour les autres. Les autres billets, à partir de 51 kilomètres, ont une réduction sur les billets d'aller et retour ordinaires.

Le Midi donne des billets de bains de mer des gares situées dans un périmètre déterminé, ou de gares dénommées avec des réductions de 40 °/₀ en 1re classe, de 35 °/₀ en 2e classe et de 30 °/₀ en 3e classe sur le tarif général. Les stations thermales et hivernales sont aussi en relation avec des gares déterminées au moyen de billets d'aller et retour comportant une réduction de prix sur les prix des billets d'aller et retour ordinaires pour le même parcours.

Le Nord donne des billets d'aller et retour à prix très réduits en 2e et en 3e classe pour excursions les dimanches et fêtes légales, mais pour certaines stations seulement. Bien que les prix de ces billets soient très réduits, comparativement à ceux des billets d'aller et retour ordinaires, ils comportent encore les réductions suivantes :

5 °/₀	pour une famille de	2 personnes.
10 —	—	3 —
15 —	—	4 —
20 —	—	5 —
25 —	—	au delà de 5 personnes.

Sociétés. — L'Est, l'Etat, le Midi font une réduction de 50 °/₀ sur le prix des billets simples aux Sociétés qui en font la demande. Le P.-L.-M. fait cette réduction sur le prix des billets d'aller et retour.

Cartes de circulation à demi-place. — Ces cartes, nominatives et personnelles, donnent le droit de circuler sur toutes les lignes des réseaux de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, de l'Orléans, de l'Ouest et du P.-L.-M. Le tableau suivant donne les prix comparés des anciens et des nouveaux tarifs :

	Anciens tarifs			Nouveaux tarifs		
	1re classe	2e classe	3e classe	1re classe	2e classe	3e classe
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Prix pour 3 mois.	300 »	225 »	165 »	180 »	135 »	90 »
— 6 mois.	450 »	337 50	247 50	270 »	200 »	135 »
— 1 an. .	600 »	450 »	330 »	360 »	270 »	180 »

Les réductions dépassent de beaucoup $^1/_{10}$; elles sont de $^2/_5$ pour la 1re et la 2e classe, sauf pour l'abonnement de six mois, où l'abaissement est supérieur, et de $^6/_{11}$ pour la 3e classe.

G. FÉOLDE,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures.
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(A suivre.)

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS
ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite [1]*.)*

Chapitre II. — Examen des résultats obtenus.

Pour que l'on puisse examiner facilement les principales données de chaque convention et leurs résultats, nous avons dressé pour les lignes à voie normale et pour celles à voie de 1 mètre, les deux tableaux suivants qui donnent, par département, le capital de premier établissement par kilomètre, la formule d'exploitation, les longueurs des lignes, les recettes brutes kilométriques en 1890, les recettes brutes kilométriques pour lesquelles les subventions de l'Etat et du département diminueront et s'annuleront, celles pour lesquelles il y aura lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, enfin les subventions kilométriques en 1890 payées aux concessionnaires par l'Etat et le département ainsi que leur total.

Pour évaluer la subvention annuelle payée par le département dans tous les cas où il a fourni une subvention fixe en capital, nous ne nous sommes pas occupé des différentes opérations financières adoptées. Nous avons supposé, pour transformer le capital fourni en subvention annuelle, que tous les départements avaient emprunté ledit capital à 4,20 °/₀ avec amortissement en 99 ans, ce qui n'est pas exact; mais il était nécessaire, pour comparer, de prendre une règle uniforme. C'est une hypothèse, il est vrai, mais on peut en faire une autre et cela ne changera pas sensiblement nos résultats.

Dans le tableau qui précède nous n'avons donné que les charges *kilométriques* supportées par les départements et l'Etat. Il aurait pu paraître intéressant d'indiquer les charges totales de chaque département, et les charges totales de l'Etat pour toute la France. Nous ne l'avons pas fait pour les raisons suivantes :

En ce qui concerne les départements, c'est la charge *kilométrique* qu'il est intéressant de connaître; leurs charges totales s'en déduisent naturellement en multipliant les nombres de la colonne 9 par ceux des colonnes 16, 17 et 18. Nos lecteurs peuvent faire eux-mêmes ces multiplications.

Quant aux charges de l'Etat, si nous les avions totalisées, nous n'aurions eu qu'un résultat partiel, parce que nous ne nous sommes occupés que des lignes ayant été mises en exploitation avant 1890. Depuis, un assez grand nombre de lignes ont été ouvertes, et par suite nos totaux auraient été incomplets.

Si nous examinons le § 1 qui contient toutes les lignes concédées dans le système de la garantie pure, nous voyons qu'elles sont toutes très onéreuses pour l'Etat et les départements.

L'Etat a bien fait de toujours fixer un maximum pour sa subvention; il paie et paiera longtemps ce maximum presque partout.

Pour les lignes à voie normale, il n'y en a qu'une seule où le maximum n'ait pas été atteint en 1890, celle de Gerzat à Maringues, dans la Manche, parce que les recettes kilométriques ont atteint 5676 francs. De même pour les lignes à voie de 1 mètre, la subvention de l'Etat a partout atteint son maximum, sauf en Seine-et-Marne.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 15, p. 238; n° 16, p. 256; n° 17, p. 283 n° 18, p. 297, et n° 19, p. 312.

Digitized by Google

Quant aux départements, comme ils ont pris à leur charge toute l'insuffisance, déduction faite de la subvention de l'Etat, chaque kilomètre de voie normale leur coûte annuellement 2 000, 3 000, 5 000 et même près de 7 000 francs, comme dans les Bouches-du-Rhône, et chaque kilomètre de voie de 1 mètre leur coûte de 1 300 à 3 450 francs pour des recettes kilométriques qui varient de 1 300 à 3 300 francs, sauf pour une ligne de l'Allier où la recette a atteint 4 055 francs en 1890.

Les subventions totales kilométriques de l'Etat et du département atteignent au maximum 8 485 francs pour une ligne des Bouches-du-Rhône, avec une recette de 1 315 francs, et leur minimum est de 2 610 francs pour une ligne de Seine-et-Marne, avec une recette de 3 308 francs.

Deux départements (§ 2 *bis*) ont imité l'Etat en fixant un maximum pour leur garantie : ce sont ceux de Seine-et-Oise et de la Loire-Inférieure. Ils ont bien fait et Seine-et-Oise surtout doit s'en féliciter, puisque la recette kilométrique de 1890 n'a été que de 2 351 francs et que la subvention du département ne diminuerait que si ladite recette dépassait 7 003 francs.

Si nous examinons les lignes du § 2, c'est-à-dire celles où le département a donné une subvention fixe en capital, nous trouvons d'abord deux lignes, ce sont les seules, pour lesquelles la subvention

Systèmes adoptés	Numéros d'ordre	Départements	Lignes	Nombre d'années écoulées depuis la mise en exploitation de la 1re section jusqu'au 31 déc. 1890	Durée de la concession	Capital de 1er établissement par kilomètre.	Formule d'exploitation	Nombre de kilomètres	Recettes brutes kilométriques en 1890.	Recettes kilométr. pour lesquelles la subvention de l'Etat commencera à diminuer	Recettes kilométr. pour lesquelles la subvention de l'Etat deviendra nulle	Recettes kilométr. pour lesquelles la subvention du département commencera à diminuer	Recettes kilométr. pour lesquelles la subvention du département deviendra nulle	Recettes kilométr. pour lesquelles il y aura lieu d'appliquer l'art. 15 de la loi du 11 juin 1880	Subventions kilométriques en 1890 : de l'Etat	Subventions kilométriques en 1890 : du département	Subventions kilométriques en 1890 : totales
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						fr.		kil.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Section A. — *Voie normale.*																	
§ 1. Garantie	1	Gironde	Réseau	6	99	80.345	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 3.786f et 4.300f.	275	4.178	4.907	9.491	(1)	9.491	10.700	1.453	2.104	3.557
—	2	Bouches-du-Rhône.	1er réseau	3	77	106.984	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 4.300f.	85	2.459	4.000	10.500	(1)	10.749	13.078	2.000	5.190	7.190
			Eyguières à Merargues	1	75	110.108	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 4.300f.	48	1.315	5.899	10.500	(1)	10.900	13.359	1.525	6.960	8.485
—	3	Haute-Marne	Gudmont à Rimaucourt.	3	75	110.966	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 4.000f et de 4.300f.	21	3.194	4.496	10.500	(1)	11.772	13.436	1.876	3.819	5.695
—	4	Puy-de-Dôme	Gerzat à Maringues.	1	74	88.800	$2.000+\frac{R}{3}$ avec minimum de 3.666f 66.	20	5.676	5.610	9.660	(1)	9.660	10.992	1.328	1.328	2.656
§ 2. Subvention fixe	5	Vosges	Etival à Senonces.	3	99	114.000	Aucune formule.	9	12.842	»	»	?	?	?	0	1.472	1.472
—	6	Manche	Valogne à Barfleur.	4	99	126.000	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 4.500f.	44	2.998	2.942	8.485	»	»	14.790	2.250	2.471	4.721
—	7	Landes	Sore à Luxey	3	95	66.272	$2.300+\frac{R}{3}$ avec minimum de 4.300f.	8,8	1.438	5.982	7.196	9.414	?	9.414	816	871	1.687
§ 2 *bis*. Construction par le département	8	Indre-et-Loire	Ligré à Richelieu.	6	»	89.657	Aucune formule.	15,6	3.333	(1)	?	(1)	?	?	1.854	1.829	3.683
Section B. — *Voie de 1 mètre.*																	
			Port-Boulé à Châteaurenard.	5	74	50.940	2.000 + 0,3 R	103	1.310	2.872	6.495	(1)	6.495	7.223	1.268	1.994	3.262
§ 1. Garantie	9	Indre-et-Loire	Ligueuil à Montrésor	1	99	65.215	$2.000+\frac{R}{3}$	41	1.300	2.641	7.891	(1)	7.891	8.869	1.750	2.478	4.228
			et Grand-Pressigny à Esvres.			59.300		52		2.197	7.447	(1)	7.447	8.337			
—	10	Allier	Moulins à Cosne	4	99	69.713	$1.800+\frac{R}{4}$ avec minimum de 3.700f.	57	4.055	4.908	7.485	(1)	7.485	7.977	1.139	2.192	3.331
			Varennes à Bezenet.	1	99	69.713	$1.800+\frac{R}{4}$ avec minimum de 3.700f.	65	2.795						1.139	3.451	4.590
—	11	Meuse	Bar-le-Duc à Vaubécourt et Rembercourt à Clermont.	3	85	83.000	1.800 + 0,3 R	56	1.460	3.176	8.500	(1)	7.690	7.690	1.706	2.655	4.361
—	12	Yonne	La Roche à l'Isle.	3	99	70.000	$2.000+\frac{R}{3}$	75	1.934	5.436	8.250	(1)	8.250	9.300	935	3.278	4.213
—	13	Somme	Réseau	3	99	64.000	2.000 + 0,3 R	300	2.898	4.571	7.428	(1)	7 428	8.343	1.513	1.513	3.026
—	14	Cher	Bourges à Dun.	2	68	62.356	$1.800+\frac{R}{4}$ avec minimum de 3.200f.	33,6	1.979	3.400	6.557	(1)	6.557	7.388	1.459	2.879	4.338
			Montereau à Châteaulandon.	2	99	56.300	$2.000+\frac{R}{3}$	50	3.308	2.187	7.222	(1)	7.222	8.067	1.305	1.305	2.610
—	15	Seine-et-Marne	La Ferté à Montmirail.	1	99	51.040	$2.000+\frac{R}{3}$	45	1.879	1.793	6.828	(1)	6.828	7.593	1.650	1.650	3.300
—	16	Charente	Angoulême à Rouillac.	1	99	82.055	$2.000+\frac{R}{3}$	36,5	2.358	3.924	8.500	(1)	9.154	10.385	1.619	3.012	4.531
§ 1 *bis*. Garantie avec maximum.	17	Seine-et-Oise	Valmondois à Epiais	4	99	96.492	$2.000+\frac{R}{4}$ avec minimum de 6.000f.	13	2.351	7.003	8.500	?	10.824	11.790	748	752	1.500
—	18	Loire-Inférieure	Chateaubriand à St-Julien.	2	75	54.641	$2.000+\frac{R}{3}$	15	2.188	2.536	6.500	3.000	7.098	7.918	1.366	1.366	2.732
§ 2. Subvention fixe	19	Nord	Cambrai à Catillon.	4	90	77.986	Aucune formule.	35	5.827	5.649	6.075	9.358	?	9.358	248	454	702
—	20	Rhône	Lyon St-Just à Vaugueray.	3	99	136.250	Aucune formule.	32	6.667	»	»	?	?	?	0	2695	2695
—	21	Dordogne	Périgueux à La Juvenie et Périgueux à St-Pardoux.	3	99	60.000	Formule variable	121	1.984	2.820	5.820	2.820	6.023	8.400	900	1.022	1.922
§ 2 *bis*. Construction par le département	22	Sarthe	Le Mans à St-Denis.	2	30	56.010	$2.500+\frac{R}{4}$ avec minimum de 3.500f.	46	2.704	3.500	5.574	5.574	?	7.813	1.120	1.271	2.391
			Gd Lucé à la Chartre	6	27	40.396	Aucune formule.	18	2.150	3.500	?	?	?	?	808	917	1.725
—	23	Loir-et-Cher	Blois à Lamothe et Blois à Ouzouer.	2	50	40.000	$2.500+\frac{R}{4}$ avec minimum de 3.500f.	110	1.566	3.500	4.933	»	»	6.533	800	908	1.708

(1) La subvention diminue quand les recettes augmentent.

Digitized by Google

promise par l'Etat n'a jamais été versée : dans le département des Vosges sur une longueur de 9 kilomètres seulement et dans celui du Rhône sur une longueur de 32 kilomètres. Ce sont deux cas particuliers, puisque les recettes kilométriques ont atteint 12 842 francs et 6 667 francs, ce qui est tout à fait exceptionnel. Pour presque toutes les autres lignes concédées dans le même système, les subventions de l'Etat et du département n'atteignent que des limites raisonnables, puisque leur total n'est par kilomètre que de 1 687 francs dans les Landes, de 702 francs dans le Nord et de 1 922 francs dans la Dordogne. Dans la Manche, ce total a atteint cependant 4 721 francs en raison de l'élévation du capital de premier établissement (126 000 fr. le kilomètre à voie normale).

Si nous examinons le § 2 *bis*, c'est-à-dire les lignes où le capital de premier établissement a été entièrement payé par le département, nous voyons que pour les lignes à voie de 1 mètre, dans la Sarthe et le Loir-et-Cher, le total des subventions annuelles n'a atteint que 2 391, 1 725 et 1 708 francs par kilomètre, à partager environ par moitié entre le département et l'Etat.

En Indre-et-Loire, pour une ligne à voie normale de 15 kil 6 seulement, le total des subventions atteint 3 633 francs, mais c'est un cas particulier sur lequel nous reviendrons plus loin.

La simple constatation des faits et des chiffres que nous venons de signaler sans aucune appréciation, montre nettement que tous les départements qui ont concédé leurs lignes sous le régime de la garantie d'intérêts, se sont imposé de lourdes charges et qu'au contraire tous ceux qui ont eu la sagesse, soit de fixer un maximum pour leur subvention, soit de ne donner qu'une subvention fixe en capital, soit même de payer l'intégralité des frais de premier établissement, sont arrivés aux mêmes résultats en s'imposant des charges kilométriques beaucoup moins considérables.

Dans le travail qu'il a publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (décembre 1888), M. Colson avait déjà indiqué les sacrifices considérables que le système de la garantie d'intérêts allait imposer à certains départements ; il nous a paru utile de montrer l'exactitude de ces prévisions et de citer, le plus exactement possible, les charges kilométriques des départements et de l'Etat.

H. HEUDE,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

ART MILITAIRE

ESSAIS DE TIR
sur des plaques de blindage en acier spécial, à Sevran-Livry.

Dans un article précédent (1), nous examinions divers essais pratiqués récemment à l'étranger sur des blindages traités d'après des procédés spéciaux, et nous signalions à cette occasion les efforts continus que poursuivent nos grandes forges françaises pour maintenir la qualité incontestée de leurs produits.

Nous avons mentionné en particulier les résultats si remarquables qu'ont donnés les essais pratiqués à Gâvre sur des plaques minces en métal spécial de diverses provenances (Saint-Chamond, Marrel, Châtillon-Commentry) : ces plaques, de 4 centimètres d'épaisseur, attaquées avec le canon de 10 centimètres, ont exigé, pour être traversées, des vitesses atteignant 275 à 280 mètres.

Si on rapproche ce chiffre de la vitesse de perforation du fer, on trouve un rapport de 1,45 à 1,40, et de 1,25 par rapport à la perforation de l'acier ordinaire.

Malgré la dureté qu'attestait une résistance à la perforation aussi marquée, ces plaques n'ont témoigné cependant aucune tendance aux fentes, et elles ont pu supporter le tir sur des impacts presque voisins, sans qu'il se produisît aucune crique.

Ces résultats témoignaient donc bien que les forges ayant pris part à ces essais sont en possession de métaux nouveaux à la fois durs et malléables. L'artillerie de marine, toujours préoccupée de la protection des hommes et du matériel dans l'installation des canons, pensa immédiatement que ces métaux spéciaux, plus résistants que l'acier ordinaire, moins fragiles que l'acier durci employé à l'état de tôles minces de 4 à 15 millimètres, peuvent être particulièrement bien appropriés à la préparation des masques d'affûts d'épaisseur supérieure ; et pour s'en assurer, elle décida de pratiquer des expériences de tir au champ de Sevran. Toutes les forges y furent convoquées ; en outre de celles qui avaient pris part aux épreuves de Gâvre, le Creusot, Saint-Etienne et l'usine Holtzer y figurèrent aussi et firent essayer des aciers spéciaux de leur fabrication.

Les plaques éprouvées constituaient de simples morceaux carrés de 1 mètre de côté et de 72 millimètres d'épaisseur. Pour l'essai, elles étaient fixées par des crampons sur des cadres verticaux formés de l'assemblage de pièces de bois de 20 centimètres environ de côté, et elles s'appuyaient simplement sur celles-ci par tout leur contour, formant une sorte de bordure de 9 à 10 centimètres de largeur. Dans ces conditions, toute la partie intérieure de la plaque se trouvait complètement dépourvue d'appui à l'arrière, comme c'est d'ailleurs le cas pour les masques eux-mêmes, et l'essai, portant sur cette région, se trouvait ainsi effectué dans les conditions de la pratique. Il faut observer à cet égard que l'installation adoptée à Gâvre est différente de celle-ci, car les plaques éprouvées sont appuyées, dans toute leur étendue, sur un solide massif en bois de chêne, de grande résistance, dont l'épaisseur atteint 50 centimètres ou même 84 centimètres. On s'attache bien aussi dans les expériences de Gâvre à déterminer la vitesse de perforation de la plaque supposée privée de son appui, mais en fait, surtout avec les plaques minces, le massif en bois contribue à la résistance effective dans une proportion que les formules ne peuvent pas déterminer exactement, et dans ces conditions, il subsiste donc une incertitude inévitable sur la détermination exacte de la perforation de la plaque isolée.

L'essai pratiqué à Sevran présente, par suite, un intérêt spécial à ce point de vue, puisqu'il s'agit d'un tir effectif permettant d'apprécier par comparaison la réduction de résistance que subit la plaque par suite de la suppression du massif d'appui.

Le tir a été effectué avec le canon de 65 millimètres à tir rapide, lançant des projectiles en acier forgé, pesant 4 kilogr., à la vitesse de 355 mètres. On a tiré d'abord contre chacune des six plaques essayées, cinq coups, en les répartissant aux quatre sommets et au centre d'un carré de 23 centimètres de côté ; les plaques essayées purent supporter ce premier tir sans être traversées et elles brisèrent toutes les projectiles d'acier. Quatre d'entre elles ne présentèrent même aucune fente sérieuse, et on décida, par suite, de les soumettre à un tir à outrance. Chacune de celles-ci eut à subir le choc de quatre nouveaux projectiles en acier, tirés à la même distance de 355 mètres, sur des points d'impact situés à peu près au milieu et à 8 centimètres en dehors de chacun des côtés du carré d'attaque initial. On obtint ainsi pour les neuf impacts la répartition indiquée sur la figure 1 ; celle-ci comporte, comme on le voit, huit coups rangés comme sur une circonférence autour de l'impact central. Les quatre plaques subirent cette nouvelle épreuve dans les mêmes conditions que la première ; les projectiles d'acier furent à peu près tous brisés, et il ne se déclara aucune fente, malgré le rapprochement des impacts.

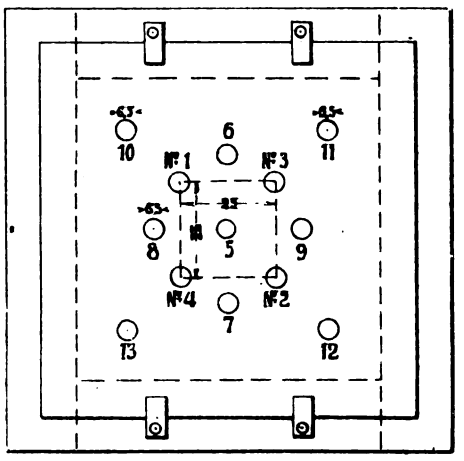


FIG. 1.

Cette expérience montra, en quelque sorte, qu'on aurait pu prolonger le tir indéfiniment et cribler les plaques de projectiles tirés dans les mêmes conditions, sans déterminer d'autres avaries. Les pénétrations observées varièrent naturellement suivant le degré de dureté des plaques, mais elles restèrent à peu près constantes pour chacune. Les pénétrations les plus faibles furent celles de la plaque de Saint-Etienne, qui donna en moyenne 59 millimètres, mais on peut considérer que cette plaque atteignait la dureté la plus forte qu'il était désirable d'obtenir, car elle présenta sur la face avant quelques légères criques sans importance d'ailleurs, et quelques déchirures sur les bombements à l'arrière. La plaque de Saint-Chamond, donna environ 63mm 8 de perforation ; elle eut, de son côté, quelques écailles soulevées à l'arrière, mais elle ne présenta du reste aucune fente. En tenant compte d'une légère différence d'épaisseur, elle atteignit d'autre part, dans l'essai ultérieur, une résistance à la perforation peu inférieure à celle de Saint-Etienne. La plaque du Creusot, l'une des plus régulières d'aspect, présenta une pénétration moyenne de 62mm 9 sans manifester aucune avarie ; celle de MM. Marrel frères, qui était en métal plus doux, donna une pénétration plus forte atteignant 71 millimètres, mais, par contre, elle se montra particulièrement remarquable par l'absence de tout défaut et présenta une régularité d'aspect, une constance dans les résultats, témoignant d'une grande homogénéité de fabrication.

Après ces épreuves, on chercha à déterminer la vitesse de perforation des différentes plaques et on continua le tir contre chacune d'elles à des vitesses croissantes jusqu'à ce qu'elle fût traversée. Cette épreuve fut pratiquée en choisissant les points d'impact dans le voisinage des quatre angles de la région restée libre à l'intérieur du cadre d'appui ; elle ne détermina non plus aucune fente nouvelle. Les résultats obtenus montrèrent que les vitesses de perforation des quatre plaques considérées, supposées ramenées à l'épaisseur uniforme de 72 millimètres, variaient de 478 à 513 mètres, les plaques les plus douces donnant naturellement les vitesses les plus faibles. Ces chiffres, rapprochés de la vitesse de perforation de la plaque en fer isolée telle qu'on peut la déduire d'après les formules des essais pratiqués à Gâvre sur plaques appuyées, correspondent à des rapports allant de 1,29 à 1,37.

Nous n'essaierons pas de déduire de ces essais un classement entre les plaques éprouvées, car l'ordre adopté se trouverait modifié dans une certaine mesure suivant l'importance qu'on voudrait attacher à la régularité d'aspect, à l'homogénéité de fabrication à côté de la résistance à la perforation proprement dite. Les résultats que nous venons de relater montrent du reste que ces plaques ne diffèrent entre elles que par des questions de nuances faciles à modifier, et nous ne doutons pas que les six forges en présence ne soient en mesure, presque toutes, sinon la totalité, immédiatement, les autres

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVIII, n° 10. p. 161 et n° 11, p. 174.

Digitized by Google

à bref délai, de réaliser les résultats qui seront considérés comme les meilleurs. Plusieurs d'entre elles vont envoyer du reste à Sevran de nouvelles plaques d'épreuve.

Ce qu'il convient, croyons-nous, de retenir de ces essais, c'est qu'ils ont apporté une confirmation nouvelle des progrès importants que la fabrication française a réalisés récemment dans la préparation de ces plaques minces, dont elle a réussi à augmenter grandement la résistance sans leur rien enlever de leur malléabilité. Ce résultat si intéressant à tous égards a été obtenu à peu près simultanément dans toutes nos grandes forges, et il témoigne ainsi, comme nous le disions en commençant, de leurs efforts incessants pour améliorer leur fabrication.

En ce qui concerne les questions de perforation proprement dite, il convient d'observer que, si les plaques éprouvées à Sevran n'ont pas donné toute la résistance à la perforation qu'on pouvait en attendre, ce fait doit être attribué surtout aux conditions particulières d'installation. Les plaques de 40 millimètres en métal spécial éprouvées à Gâvre avaient donné, en effet, un rapport supérieur à 1,45 par comparaison avec la vitesse de perforation de la plaque en fer isolée : à Sevran au contraire, en opérant sur des plaques de 72 millimètres d'épaisseur privées de tout appui, on n'obtient au contraire que 1,37. La vitesse maximum est en effet de 512 mètres lorsque la vitesse de perforation de la plaque en fer serait de 373 mètres.

La réduction sensible qu'éprouve ce rapport de vitesse justifie bien la remarque présentée plus haut, en montrant la grande influence du massif en bois qui collabore en quelque sorte à la résistance de la plaque, surtout lorsque celle-ci est de faible épaisseur. Il y a donc là un fait dont les formules ne peuvent pas tenir compte, et qui ne peut être apprécié exactement que par l'épreuve de tir elle-même. Les vitesses de perforation déduites d'un tir effectué avec l'intervention d'un massif d'appui se trouvent certainement diminuées sur des plaques isolées. Il est fort possible d'ailleurs que les coefficients relatifs conservent cependant leur valeur pendant que les vitesses absolues sont modifiées ; et, de même que la plaque en acier spécial essayée isolée à Sevran n'a pas donné la vitesse de 540 mètres qu'on était en droit d'attendre d'après les épreuves de Gâvre, il peut arriver également que la plaque en fer ne donnerait pas non plus dans ces conditions 373 mètres comme l'indiqueraient les formules de perforation, mais un chiffre sensiblement inférieur qui pourrait se ramener à 355 mètres au lieu de 373 mètres. Cette question pourrait faire l'objet d'expériences intéressantes ; mais quel qu'en soit d'ailleurs le résultat, il n'est pas douteux que les plaques essayées à Sevran ne représentent un progrès sensible par rapport à l'acier ordinaire, et elles donnent ainsi l'explication de l'intérêt que l'artillerie de marine a attaché justement à ces épreuves.

Rapprochement des essais de tir de Sevran avec certains essais récents pratiqués en Amérique. — Pour compléter cet examen des essais de Sevran, nous croyons intéressant d'en rapprocher, à titre de comparaison, certains résultats obtenus récemment en Amérique et dont nous avons trouvé le compte rendu dans diverses publications de ce pays.

On a essayé au cours de l'année dernière (mai 1891) au champ de tir d'Annapolis, 5 plaques minces provenant de l'usine de Carnegie. Ces plaques avaient $2^m 50$ de long sur $1^m 50$ de large, elles présentaient une épaisseur de 3″, soit 76 millimètres, très analogue par conséquent à celle des plaques de Sevran.

Deux de ces plaques, nos 1 et 2, étaient en acier ordinaire avec des teneurs respectives 0,51 et 0,62 de carbone. Les trois autres, nos 3 à 5, étaient en acier au nickel et présentaient les teneurs suivantes :

Plaque n° 3	Carbone 0,51	Nickel 3,12
— n° 4	— 0,40	— 3,15
— n° 5	— 0,30	— 2,53

Les plaques nos 1 et 3 tenant 0,51 de carbone étaient traitées d'après le procédé Harvey.

Ces cinq plaques furent attaquées avec le canon de 57 millimètres, lançant des projectiles en acier de 6 lbs. (2^k 72) tirés à la vitesse de 560 mètres.

La plaque en métal dur n° 2 fut brisée au 10e coup, tandis que chacune des autres put supporter 21 coups.

Cette épreuve donna lieu au classement suivant :

1° Acier au nickel Harvey (plaque n° 3).
2° Acier au nickel (plaque n° 4).
3° Acier ordinaire Harvey (plaque n° 1).
4° Acier au nickel (plaque n° 5).
5° Acier ordinaire (plaque n° 2).

La plaque en acier au nickel, traitée d'après le procédé Harvey, fut considérée par la Commission d'épreuve comme absolument supérieure aux quatre autres, et on décida même de la soumettre à un nouveau tir avec le canon de 10 centimètres. On tira, à la vitesse de 548 mètres, trois projectiles dont le poids n'est pas indiqué ; ceux-ci se brisèrent en traversant, mais la plaque n'avait présenté aucune fente.

Ces tirs sont certainement fort remarquables, mais comme il s'agit probablement de plaques appuyées sur le massif habituel d'Annapolis, nous n'estimons pas que les résultats en soient supérieurs à ceux de nos plaques françaises essayées à Gâvre dans des conditions analogues.

La vitesse de perforation de la plaque en fer de 76 millimètres essayée avec le canon de 57 millimètres, doit être évaluée en effet à 426 mètres ; un tir effectué à la vitesse de 550 mètres représente donc un rapport de 1,29. Les plaques françaises appuyées de 4 centimètres ont exigé un rapport de 1,45 environ pour être perforées, et elles ont arrêté, sans présenter aucune crique, tous les projectiles tirés avec une vitesse inférieure à ce rapport.

Les plaques de Sevran arrivent bien à la limite de la perforation, avec des chiffres peu différents, mais il s'agit de plaques isolées.

Quant au tir effectué avec le canon de 10 centimètres, il était pratiqué avec une vitesse excessive qui pouvait atteindre 1,95 de la perforation du fer si on admet un chiffre de 15 kilogr. pour le poids du projectile non indiqué, mais comme il a déterminé effectivement la perforation, il n'y a rien à en conclure.

Pour compléter enfin la série des essais les plus remarquables auxquels les plaques américaines ont donné lieu dans ces derniers temps, nous mentionnerons en terminant certaines épreuves en tir oblique pratiquées au champ de tir d'Indian Head sur des plaques minces figurant des blindages de pont.

On a constitué deux murailles comprenant, l'une, deux plaques d'acier ordinaire de 31 millimètres d'épaisseur superposées, l'autre, 2 plaques d'acier au nickel de 38 millimètres, également superposées.

L'ensemble était fixé, dans les deux cas, par des boulons sur un massif en bois de chêne.

Chacune des deux murailles fut attaquée avec le canon de 6″, tirant six projectiles en fonte ordinaire à la vitesse de 502 mètres sous l'incidence de 22°. Les projectiles se brisèrent sans produire de dégâts bien sensibles : on nota, toutefois, que les pénétrations de l'acier au nickel n'atteignaient pas celles de l'acier ordinaire.

On continua l'épreuve en tirant un obus de rupture en acier ; la vitesse fut portée à 542 mètres pour l'acier ordinaire, et à 570 mètres pour les plaques en acier au nickel dont l'épaisseur était d'ailleurs plus forte. Celles ci ne furent pas traversées, tandis que les premières le furent, ce qui tendrait à prouver que l'acier au nickel employé présentait une résistance à la perforation supérieure à celle de l'acier ordinaire. On sait cependant que les premiers essais d'Annapolis n'avaient pas donné lieu à la même conclusion.

Nous avons eu aussi à Gâvre des épreuves en tir oblique qui ont donné des résultats remarquables, mais il est difficile toutefois d'établir une comparaison précise entre les deux épreuves. Si nous considérons seulement les essais en tir normal, nous pouvons dire que le rapprochement des résultats obtenus montre que nos plaques de fabrication française peuvant être considérées au moins comme égales et même comme supérieures aux plaques étrangères citées comme les plus résistantes.

L. Baclé.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

REVUE DES QUESTIONS OUVRIÈRES

Les grèves. — *La grève des mines de houille de Carmaux* a duré du 8 au 21 mars. Les mineurs avaient voté la cessation de travail, à la suite de réclamations qu'ils avaient formulées et que la Compagnie avait déclarées inacceptables. Une première tentative d'arbitrage ayant échoué, un tiers arbitrage, composé de représentants de l'État, de la Compagnie et des ouvriers, a réparti une augmentation générale des salaires de 5 %. Cette décision, rendue publique, a été acceptée de part et d'autre.

La grève des mineurs de la Grande-Bretagne, dont nous avions annoncé les préparatifs dans notre dernière revue, a éclaté le 12 mars. Ce sont les ouvriers du Durham qui forment le noyau principal de résistance ; ils sont au nombre de 90 000. Les mineurs de Durham ne font pas partie de la Fédération des mineurs de GrandeB-retagne. Celle-ci déclara le 16 mars que le but de la grève, c'est-à-dire la hausse du charbon, ayant été atteint, le travail serait repris le 17. Mais le Durham n'a pas adhéré à cette décision et la grève continue dans cette région. Aussitôt après le vote de la Fédération, la tonne, qui était montée à 10 et 12 shillings, a repris ses prix habituels, aux environs de 7 shillings. A Manchester, Leeds, Sheffield, l'industrie n'est pas atteinte. Au contraire, dans le Durham la situation est inquiétante, les hauts fourneaux de Cleveland s'éteignent, les vaisseaux attendent en vain leur chargement à Hartlepool. Les mineurs de Northumberland qui n'ont pas chômé veulent participer aux bénéfices que leurs patrons ont faits et réclament une augmentation de salaire de 20 %.

Il est probable que les mines chômeront au moins 2 jours par semaine dorénavant et que les nouvelles élections se feront dans les centres miniers avec l'engagement de la part des candidats de voter une loi retirant aux propriétaires du sol leur droit à la possession du sous-sol. Les redevances qui montent en effet sur le continent à 10 ou 12 centimes par tonne, s'élèvent en Angleterre à 80 centimes que prélèvent les landlords.

Le travail dans les manufactures. — La limitation de la journée de travail à 8 heures est un fait presque partout admis en Angleterre. Les employés ont formé une ligue puissante qui a dépensé 1 million 250 000 francs pour atteindre ce but, mais ils n'ont pu obtenir, pour le moment du moins, un bill réglementant la durée de la journée de travail. Celui-ci vient d'être repoussé à la Chambre des communes par une forte majorité, qui a suivi l'avis de M. Bart et de M. Matthews secrétaire pour l'Intérieur. Ces députés ont apprécié que la seule bonne méthode pour réduire les heures de travail était une entente entre les ouvriers et patrons. Mais ils ont admis le renvoi à une commission d'un projet étendant aux femmes majeures le bénéfice d'une loi de 1886, votée pour cinq ans et réduisant à 73 heures 1/2 par semaine — 12 heures 1/4 par jour — le travail des filles et des femmes employées dans les magasins de vente et les débits de boisson.

En France, on sait que la loi sur le travail des filles et des femmes dans les manufactures est de nouveau revenue en discussion au Sénat. Le Gouvernement soutient la limitation de la durée de travail pour les femmes.

Digitized by Google

La loi Bovier-Lapierre sur les Syndicats. — Conformément à sa promesse, la Chambre s'est occupée, à la fin du mois de mars, de la loi Bovier-Lapierre, deux fois adoptée par la Chambre depuis 1886 et deux fois repoussée par le Sénat. Le grand tort de cette loi est de prononcer une sanction contre les patrons seulement. M. Leygues propose à ses collègues de défendre la liberté économique et la liberté du travail contre toutes les atteintes, aussi bien des ouvriers que des patrons. Les syndicats tendent de plus en plus à restreindre la liberté des travailleurs. C'est pour empêcher leurs empiétements que M. Leygues a proposé de compléter par son amendement la loi de 1884. Le Gouvernement défend cet amendement et la Chambre parait disposée à s'y rallier.

M. Perrenoud, député au Grand Conseil de Neufchâtel, a fait à Genève une conférence sur les *Syndicats obligatoires* sur laquelle notre collaborateur M. Ad. Japy nous a communiqué d'intéressants documents. C'est de la nécessité de faire des réserves dans les périodes prospères que sont nés les syndicats, a-t-il dit. Les syndicats obligatoires se sont imposés à cause de la position désavantageuse qu'avaient les syndiqués, gênés par leurs règlements vis-à-vis des non-syndiqués. Entre le syndicat obligatoire et la corporation, l'orateur établit cette différence capitale que le premier englobe obligatoirement tous les membres d'une profession. Le syndicat obligatoire aurait le droit de n'admettre comme apprentis que les ouvriers jugés par un examen capables de réussir dans le métier qu'ils désirent embrasser. Il cite l'exemple des syndicats de graveurs, Il faut cependant reconnaitre que le choix d'une telle spécialité comme exemple n'est pas un argument suffisant.

Loi sur les Conseils de Prud'hommes. — Cette loi vient d'être remaniée par la Chambre des députés. Les conseils de prud'hommes, institués pour terminer par voie de conciliation les différends qui s'élèvent, en raison du contrat de louage entre les patrons et les ouvriers, jugeront en dernier ressort jusqu'à 500 francs et à charge d'appel à quelque somme que ce soit. Les différends en matière d'accidents ne seront pas de leur compétence.

Les conseils sont établis par décrets après avis des Chambres de commerce. La création en est de droit, quand ils sont demandés par les conseils municipaux, avec avis favorable du Conseil général.

Les fonctions de prud'homme ne sont pas rétribuées. Les prud'hommes élus qui auront refusé de se laisser installer ne pourront être réélus qu'après trois ans. Le Gouvernement a le droit de dissolution des conseils. Des assemblées générales de prud'hommes auront lieu. Les femmes sont électeurs, mais non éligibles ; nous avons vu que la loi italienne vient de leur accorder l'éligibilité. Les directeurs des exploitations rurales peuvent faire partie des conseils. Les contremaîtres ne sont pas rangés parmi les électeurs ouvriers. Les professions libérales n'entrent pas dans l'énumération admise par la loi.

L'éligibilité des délégués mineurs. — Le Conseil d'Etat vient de décider qu'un ouvrier, tout en étant domicilié sur le périmètre d'une concession, ne peut étendre son domicile à toutes les communes d'une exploitation proprement dite. L'ouvrier travaillant au fond, depuis cinq ans au moins, est électeur et éligible, mais seulement dans la circonscription ou dans l'une des circonscriptions voisines dépendant du même exploitant qui sont délimitées *par le même arrêté préfectoral*.

Les assurances. — Les caisses d'assurances (1) en cas de décès et d'accidents continuent à être bien délaissées. Pendant l'année 1890, il n'a été contracté que 112 assurances individuelles et 78 collectives, représentant 19 705 membres participants, en cas de décès. La caisse d'assurances en cas d'accidents n'a perçu que 1 894 cotisations. Les assurances collectives absorbent tous les excédents que présentent les assurances individuelles, et le déficit total de la caisse des décès est de 481 822 francs. La caisse d'accidents présente, au contraire, un excédent de 5 172 277 francs employés en rente, produisant un intérêt moyen de 4,13 °/₀ ; mais, sur ce chiffre, les cotisations ne se sont élevées au total, depuis 1868, qu'à 182 518 fr. ; les sinistres ont été évalués à 112 271 francs, et tout l'excédent est dû à la subvention de l'Etat. Les primes sont trop élevées, et la caisse est restée presque ignorée.

En Allemagne (2), les résultats de l'application de la loi sur l'assurance obligatoire contre la vieillesse et l'invalidité, pendant la première année de fonctionnement, viennent d'être publiés. On sait que cette loi oblige tout employé ou ouvrier gagnant moins de 2000 marks à se munir d'une carte d'assurance, où le collage de timbres, payés à frais communs par le patron et l'ouvrier, sert à prouver le payement régulier de la cotisation, variant de 14 à 30 pfennings par semaine.

La vente des timbres a produit 88 800 000 marks. On n'a payé que très peu de rentes d'invalidités. Le montant des recettes a été de 15 150 000 marks, représentant une charge en capital de 76 millions 400 000 M.

L'opinion populaire semble tout à fait contraire à la loi. Elle trouve à la carte l'allure inquisitoriale du livret. L'ouvrier est assez indifférent à un bénéfice douteux et lointain, acquis au prix d'une réduction immédiate de son salaire. Le petit employé, qui paie, sent le fardeau lourdement, et les agriculteurs pétitionnent contre elle au Reichstag. Enfin, le collage des timbres est incommode et nécessite un personnel nombreux et des frais de locaux considérables.

Le Sénat italien (3) a voté, le 3 mars, le projet de loi sur les accidents du travail. La prévention de l'accident y est organisée, le risque professionnel est admis, l'assurance est rendue obligatoire, mais l'Etat n'en sera pas chargé. Elle devra être faite par des Compagnies spéciales, par la Caisse nationale ou par des industriels présentant assez de garanties.

La Caisse nationale d'assurances contre les accidents, au capital de 1 500 000 francs, a été constituée par les avances gratuites des dix principales institutions d'épargne du royaume, en 1883. La cotisation est de 3 fr. 50 par ouvrier et par an. Cette caisse est autonome.

(1) *Le Temps*, le 3 février 1892.
(2) *Économiste*, 12 mars 1892.
(3) *Réforme sociale*, 16 mars 1892.

Les habitations ouvrières. — M. Siegfried, député de la Seine-Inférieure, a déposé le 6 mars un projet de loi sur les habitations ouvrières. Ce projet, étudié avec le plus grand soin, émane des travaux de la Société française des habitations à bon marché. Il se rapproche en plusieurs points de la loi belge de 1889 et nous l'étudierons en détail dans un prochain article.

La Société française des habitations à bon marché, qui a tenu le 6 mars son Assemblée générale, a constaté les progrès accomplis depuis sa fondation. Il y a aujourd'hui des sociétés de construction à Belfort, Saint-Denis, La Rochelle, Marseille, Oullins, d'autres sont en formation au Havre, à Limoges, à Nancy. La troisième maison de la Société philanthropique Heine, au capital de 600 000 francs, a été inaugurée à Saint-Mandé le 19 février. La première est située rue Jeanne-d'Arc, la deuxième boulevard de Grenelle. Elles contiennent 136 logements et rapportent 3,53 et 3,83 °/₀ net.

La Société des habitations économiques a construit une maison rue de Dunois et en commence une seconde.

M. le sénateur Lourties vient d'introduire dans la loi coopérative, dont il est rapporteur, les sociétés coopératives de constructions ouvrières. Cette loi comprend déjà les sociétés de production, de consommation et celles de crédit mutuel.

Conférences populaires. — Le dimanche 20 mars, les membres de la Société des Conférences populaires se sont réunis en Assemblée générale sous la présidence de M. Buisson, délégué par le ministre de l'Instruction publique pour le représenter à cette réunion.

La Société des Conférences populaires, fondée en 1890 par M. Guérin-Catelain, a pour objet de propager l'instruction populaire dans les campagnes. Pour atteindre son but, la Société a obtenu le concours de diverses notabilités du monde scientifique et industriel, qui ont bien voulu traiter divers sujets de nature à intéresser nos populations agricoles.

Nous devons citer notamment la remarquable conférence de M. Levasseur, qui a résumé le rôle de l'ouvrier urbain à partir du XIII^e^ siècle. M. Levasseur n'admet pas plus le dénigrement systématique de l'organisation sociale avant 1789 que la louange trop absolue de l'état actuel de notre société. Ainsi, parmi les coutumes du vieux temps relatives au contrat d'apprentissage, il en est une qui frappait d'une amende considérable le patron qui embauchait un apprenti non muni d'un certificat donné par son maître. De nos jours, la mise de cette clause dans la loi relative à l'apprentissage est demandée par beaucoup de nos grands industriels et par tous ceux qui s'inquiètent de la diminution toujours croissante du nombre des apprentis. D'un autre côté, si M. Levasseur démontre l'utilité de certaines coutumes de l'ancien régime, il estime que c'est grâce à la liberté de travail conquise en 1789 que la France jouit actuellement de sa remarquable prospérité, et il en donne des preuves nombreuses dans le bel ouvrage qu'il a publié sous le titre de : *Histoire de la Population avant 1789*.

Max Duchanoy,
Ingénieur civil des Mines.

CORRESPONDANCE

Présence d'insectes empâtés dans les minerais de nickel « Garniérites » de la Nouvelle-Calédonie.

A Monsieur le Rédacteur en Chef du *Génie Civil*.

Monsieur,

M. Ph. François, docteur ès-sciences naturelles, voyageur en Nouvelle-Calédonie, vient de me signaler la découverte d'insectes empâtés dans de la « Garniérite ». Ces insectes ne seraient pas, à proprement parler, des fossiles, si ce mot fait entendre des espèces disparues, car il a semblé, à première inspection, aux entomologistes, que ces êtres organisés ne différaient pas sensiblement d'espèces actuellement existantes de l'ordre des coléoptères : sous peu une description scientifique complète de ces insectes doit paraître, aussi mon intention n'est-elle point d'effleurer même ce sujet d'entomologie pure, de peur de le déflorer en quoi que ce soit aux yeux des savants autorisés qui s'occupent de la question ; je veux seulement faire remarquer que cette importante trouvaille arrive bien pour démontrer l'exactitude de ce que j'avais mis en avant au sujet du mode de formation de ces minerais de nickel à l'époque où je les signalai au monde savant et industriel. Je disais, en effet, que le nickel en Nouvelle-Calédonie se présentait de deux façons : 1° à l'état d'hydro-silicate de nickel et de magnésie, *précipité d'une solution*, en nids plus ou moins volumineux dans les roches serpentineuses (1). Or, la présence de ces insectes au milieu du minéral nickélifère est une éclatante démonstration de cette manière d'envisager un de ses modes de formation ; 2° en combinaison d'hydro-silicate de nickel et de magnésie, colorant plus ou moins fortement en vert l'ensemble des roches magnésiennes, c'est-à-

(1) Société Géologique de France, 4 mars 1867, page 447 et suivantes. — *Bulletin de l'Industrie minérale*, page 301, tome XV.

Digitized by Google

dire les serpentines proprement dites, les euphotides, les diorites, les quartzites qui constituent la masse et l'ensemble des roches nickélifères.

Il résulterait de mes premiers écrits sur la question, que le nickel a surgi à l'état oxydé comme matière composante de l'ensemble des roches éruptives, et c'était, je crois, l'avis de M. Ed. Jannettaz, docteur ès-sciences, qui, dès mon arrivée en France, me prêta son concours éclairé pour l'étude de mes collections. Mais certains géologues autorisés, tels que le professeur Liversidge, de Sidney (1874), voyaient, au contraire, dans ces roches oxydées de nickel, des chapeaux de filon devant se réduire en sulfures avec la profondeur. Bien que je n'aie jamais un instant pensé que la question fût aussi simplement soluble par l'application ici de la loi générale des filons métallifères, je dois dire qu'après avoir visité en 1883, en compagnie de M. Georges Salomon, Ingénieur des Mines, les gisements sulfurés de nickel de la Scandinavie, j'eus la pensée que les minerais calédoniens avaient pu eux aussi passer par l'état de sulfures émergeant à la surface terrestre en vastes amas, que ces amas, sulfatisés par les actions oxydantes connues et naturelles, avaient produit des sulfates métalliques, d'où les oxydes précipités donnèrent naissance, d'une part aux « Garniérites », de l'autre aux amas de fer oxydés qui leur sont généralement connexes, et qu'accompagnent des métaux tels que le manganèse, le chrome et le cobalt : en effet, le côté séduisant de cette théorie est qu'elle explique bien la présence et le voisinage habituel des amas à base d'oxyde de fer, de ceux qui sont à base d'oxyde de nickel : je soutins cette thèse, avec une réserve un peu accentuée toutefois, dans deux communications à la Société des Ingénieurs civils de Paris : *Minerais sulfurés de nickel, 1884. — Gisements métallifères de la Nouvelle-Calédonie, 1887.*

Enfin, dans ces derniers temps (1890), j'eus à visiter les gisements de nickel sulfuré nouvellement découverts au Canada; à cause de l'ampleur de ces gîtes, je pus, me sembla-t-il, lire plus distinctement les données du problème qui se pose à mon esprit depuis de longues années; là, sans hésitation aucune, les minerais de nickel ont jailli des profondeurs, pêle-mêle avec les roches stériles (1), les pénétrant de masses plus ou moins condensées, plus ou moins volumineuses, s'y étalant avec une sorte de caprice, sans loi, tantôt à l'état de nodules, de nids, de filets, d'imprégnation; or, substituez pour un instant l'hydro-silicate de nickel à ces sulfures, et vous aurez exactement ce qui se passe à la Nouvelle-Calédonie, où, sauf le cas des précipités à insectes cités plus haut, l'oxyde de nickel colore, injecte les roches, ou s'y mélange; ce spectacle, cette similitude évidente, m'a ramené nettement à mes premières appréciations, à savoir que le nickel est arrivé oxydé avec l'ensemble des roches congénères à la surface du sol, de même qu'il est arrivé sulfuré en Scandinavie, au Canada et ailleurs, et que si la sulfatisation, dont je parle plus haut, s'est produite, ce qui est très probable, elle ne l'a pu faire que dans les profondeurs mêmes du sol; c'est là qu'il faut chercher de quelle façon se sont séparés si nettement, à la Nouvelle-Calédonie, les métaux à l'état d'oxyde, pendant qu'ailleurs ils sont encore unis à l'état de sulfure, et je compte sur le temps qui vient, par les insectes trouvés empâtés dans la « Garniérite », de nous corroborer la cause de formation d'une des manières d'être de ce minéral, pour nous éclairer encore définitivement sur l'origine comparative du nickel oxydé ou sulfuré, quand il est encore allié à ses gangues primitives.

Veuillez agréer, etc.

Jules GARNIER,
Ingénieur civil.

(1) Mines de nickel du Canada. — BAUDRY, Paris.

Sur les déformations élastiques des arcs.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil.*

MONSIEUR,

Voici, sur la réclamation de M. Chaudy, puisqu'il y persiste malgré mon démenti personnel, l'opinion de M. le Président et de deux membres éminents de la Société des Ingénieurs civils, consignée dans un rapport explicite communiqué au réclamant qui les avait acceptés pour juges. Je suis autorisé à vous en demander l'insertion :

. . . . . .

L'examen de ces deux notes conduit à remarquer :

1° Que le but de la Note de M. Bertrand de Fontviolant est *différent* et *plus général* que celui de la Note de M. Chaudy; celui-ci n'ayant, en aucun cas, prononcé le mot de maximum ou de minimum; le titre de la Note de M. Chaudy indique, d'ailleurs, clairement que la recherche de maxima ou de minima n'était pas son but.

2° Que le moyen est *différent*, M. Bertrand de Fontviolant ayant exclusivement employé des calculs analytiques, tandis que M. Chaudy s'est renfermé dans l'emploi des polygones représentatifs des déformations. Il est utile, d'ailleurs, d'ajouter que l'étude complète de ces polygones a été faite, pour la première fois, par M. Bertrand de Fontviolant, dans son Mémoire de mars 1889, *et que les considérations présentées par M. Chaudy ne seraient pas compréhensibles par son seul exposé si l'on ne recourait au Mémoire original de M. Bertrand de Fontviolant.*

En second lieu, il convient d'appeler l'attention sur le troisième paragraphe de la Note de M. Chaudy intitulé « arc à rotule avec glissière ». Ce paragraphe est contenu *dans une feuille ajoutée au Mémoire primitif*; elle n'a pas été écrite au même moment; on y voit apparaître, pour la première fois, les déplacements élastiques estimés suivant une direction quelconque. La figure 3 de ce paragraphe représente une courbe funiculaire de forces fictives appliquées suivant une direction quelconque; ce qui n'avait pas lieu pour les figures 1 et 2 de la Note primitive.... Si, d'autre part, on examine la figure 1, planche 200 du Mémoire de mars 1889 de M. Bertrand de Fontviolant, *on reconnaît que la figure 3 de M. Chaudy la reproduit identiquement*, sauf quelques changements sans importance.

Cette constatation doit être rapprochée du fait suivant : le Mémoire de M. Chaudy, déposé à la Société, a été remis, pour examen, à M. Bertrand de Fontviolant; à l'une des séances de la Société (le 11 décembre), M. Bertrand de Fontviolant fit à M. Chaudy quelques remarques sur son Mémoire, notamment sur les points actuellement en litige, et basa ses explications sur la figure 1 de la planche 200 du Bulletin de mars 1889 qu'il se fit apporter, — *la même figure qui se trouve intégralement reproduite dans la feuille annexée au Mémoire de M. Chaudy.* Cette circonstance, rapprochée de la similitude des figures et du défaut d'homogénéité dans la Note de M. Chaudy, induit à supposer *que les observations de M. Bertrand de Fontviolant ont été prises en considération.*

M. Chaudy fit si bien son profit de mes observations qu'il reprit son Mémoire pour le rectifier et le compléter; de sorte que c'est seulement le 25 février dernier qu'il me fut rendu pour un nouvel examen à la suite duquel, quatre ou cinq jours plus tard, je déposai le rapport favorable auquel M. Chaudy doit l'impression de son Mémoire.

. . . . . .

Dans sa lettre insérée dans le *Génie Civil* du 12 mars dernier, M. Chaudy énonce le fait suivant :

« Comme je démontre (dans le Mémoire en question) que les maxima et minima des projections ont lieu, en même temps, pour les mêmes points appartenant à des sections dont les déplacements angulaires sont nuls, il en résulte bien que les maxima ou minima des déplacements totaux ont lieu pour ces mêmes points. »

Or cette assertion n'est pas exacte; il n'est question de rien de semblable dans le Mémoire de M. Chaudy.

D'où il suit que pour tenter d'établir une apparence de similitude entre son travail et le mien, et de rendre ainsi vraisemblable l'imputation de plagiat et de déloyauté qu'il a forgée de toutes pièces, M. Chaudy en est venu à travestir sa Note aux yeux des lecteurs du *Génie Civil*, en y ajoutant des énonciations qui ne s'y trouvent pas.

Le fait se passe de commentaires et je m'abstiens de le caractériser.

Si, enfin, on veut bien remarquer que, par le rapport précité, il est établi que M. Chaudy m'a bien fait des emprunts, mais qu'il ne m'a fait aucun prêt, on sera pleinement édifié.

Veuillez agréer, etc.

Bertrand DE FONTVIOLANT,
Répétiteur de Mécanique à l'Ecole Centrale.

Le chauffage des trains de chemins de fer.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil.*

MONSIEUR,

Dans l'intéressante note que le *Génie Civil* (1) vient de publier relativement au thermo-siphon en essai sur un certain nombre de voitures de la Compagnie de l'Ouest, vous indiquez que cet appareil a été étudié par MM. *Ameline* et *Chevrier*. Cette assertion n'est pas exacte et vous me permettrez de la rectifier sur un point essentiel. A l'époque où le thermo-siphon Ouest a été étudié, je n'avais pas encore l'honneur d'être l'adjoint de M. Ameline : je remplissais alors les fonctions de chef de traction à Montparnasse. Je ne me suis donc en aucune façon occupé de cet appareil, dont l'excellent fonctionnement doit être justement attribué à M. *Ameline* et à ses deux collaborateurs dans cette étude MM. *Dubois* et *Bouteloup*, Inspecteurs du matériel et de la traction.

Veuillez agréer, etc.

M. CHEVRIER,
Ingénieur-adjoint à l'Ingénieur des voitures et wagons de la Cie de l'Ouest.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 16, p. 254.

INFORMATIONS

NÉCROLOGIE

Léon Lalanne.

M. Léon Lalanne, inspecteur général des Ponts et Chaussées, membre de l'Institut, sénateur inamovible, est mort à Paris le 12 mars dernier, à l'âge de 81 ans. Entré à l'Ecole Polytechnique en 1829, il avait fait sa carrière dans le corps des Ponts et Chaussées.

Auteur de nouvelles méthodes de calculs fort appréciées et de nombreux ouvrages techniques, M. Lalanne a en outre pris part à l'exécution de grands travaux en France et à l'étranger. En 1848, il avait été appelé à la direction des ateliers nationaux. Il alla ensuite pendant plusieurs années à l'étranger, où il exécuta d'importants travaux. En 1855, le gouvernement français l'envoya dans l'isthme de Dobroutcha, ouvrir une route qui servit à l'approvisionnement de l'armée de Crimée, jusqu'à l'évacuation.

Le gouvernement lui confia, en 1872, une mission diplomatique importante, en le chargeant de représenter la France au sein de la commission technique européenne réunie à Silistrie pour la délimitation de la frontière roumano-bulgare. Il fut élu président de cette commission, composée exclusivement de militaires.

M. Lalanne a dirigé, comme Ingénieur, les travaux de construction du chemin de fer de Paris à Sceaux, du système dit articulé, dont son beau père, M. Arnoux, était l'inventeur. Il a été successivement directeur des travaux de l'Ouest suisse, directeur général des chemins de fer du Nord de l'Espagne, directeur de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, etc.

Elu au Sénat en 1883, en remplacement du général Chanzy, il a pris part, avec une grande compétence, aux discussions techniques, et particulièrement à celle de la loi sur les syndicats professionnels.

M. Lalanne avait été élu membre libre de l'Académie des Sciences en 1879, en remplacement de M. Bienaymé. Il était grand-officier de la Légion d'honneur depuis le 19 janvier 1881.

Les obsèques de M. Lalanne ont été célébrées à Paris, en l'église Saint-Sulpice. Le corps a été ensuite transporté à Bourg-la-Reine, où a eu lieu l'inhumation.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 15 février 1892.

Physique. — *1° Sur la mesure des hautes températures. Réponse à* M. H. Becquerel par M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

A l'occasion de la récente communication sur la pyrométrie optique, M. Le Chatelier a vu soulever une question de priorité par M. Henri Becquerel en faveur de son père, et l'auteur demande à l'Académie à présenter quelques observations.

M. Le Chatelier ne conteste pas à M. Becquerel l'initiative de l'usage des couples thermo-électriques, mais il démontre qu'il y avait là l'idée d'un appareil de mesure et non pas une réalisation effective, tandis que lui, M. Le Chatelier, en se basant, il est vrai, sur les principes émis par son devancier, a fait un appareil permettant des mesures rigoureuses et employé d'ailleurs presque partout.

Chimie. — *1° Sur la détermination de l'état des sels dissous, d'après l'étude de la contraction.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan.

2° Sur quelques propriétés de l'acide bismuthique. Note de M. G. André.

M. G. André a étudié récemment quelques propriétés du bismuthate de potassium, ou plutôt de la combinaison de ce sel avec un excès d'acide bismuthique.

Lorsque, après avoir obtenu ce dernier acide aussi pur que possible, on essaye de le recombiner à la potasse, il est impossible d'obtenir le sel neutre BiO^3K : cette combinaison se fait, du reste, lentement; on obtient seulement un sel qui se rapproche de la formule $4\,BiO^3H,\ BiO^3K$.

Enfin, comme le montre l'auteur, l'acide bismuthique tend à donner des corps très complexes en s'unissant à son anhydride.

3° Sur un carbure de baryum. Note de M. Maquenne.

Le baryum, qui est susceptible de s'unir directement à l'azote, ainsi que l'a fait voir précédemment M. Maquenne, est aussi capable de s'unir au carbone : si, en effet, on distille l'amalgame de baryum à 20 °/₀ dans un courant d'hydrogène pur et sec, en présence de charbon en poudre, on voit, à la température rouge, se déclarer une réaction assez vive, mais qui ne paraît donner lieu à aucune absorption de gaz.

Après avoir donné le procédé pour obtenir le carbure de baryum, l'auteur en arrive à déterminer sa formule, qui répond absolument à C^2Ba.

Électricité. — *1° Remarques sur la tension superficielle des métaux liquides, à l'occasion d'une note de M. Pellat.* Note de M. Gouy.

2° Variation de la constante diélectrique des liquides avec la température. Note de M. D. Negrano, présentée par M. Lippmann.

Les constantes diélectriques ont été mesurées à l'aide d'un condensateur à cinq plateaux horizontaux, dont quatre fixes et un mobile. Les plateaux extrêmes et celui du milieu étaient chargés par une petite bobine d'induction et les deux autres intermédiaires étaient mis en communication avec un électromètre à quadrants. Le liquide diélectrique était contenu dans une cuvette plate; on le chauffait jusqu'à une certaine température, et l'on mesurait les constantes diélectriques en laissant le liquide se refroidir.

M. Negrano a étudié la variation des constantes diélectriques avec la température pour la benzine, le toluène et le xylène; il résulte de ses recherches que, dans les limites de températures étudiées de 5 à 40 degrés pour la benzine, de 6 à 30 degrés pour le toluène, de 15 à 45,5 degrés pour le xylène, les constantes diélectriques diminuent avec la température.

3° Sur l'influence exercée sur les phénomènes de résonance électromagnétique, par la dissymétrie du circuit le long duquel se propagent les ondes. Note de M. R. Blondlot et M. Dufour, présentée par M. Poincarré.

4° Méthode téléphonique pour l'étude de la propagation des ondes électriques. Note de M. R. Colson, présentée par M. A. Cornu.

Le point de départ de ce travail est le suivant : peut-on, au moyen de conducteurs assez résistants, mettre en évidence des longueurs d'ondes électriques directement mesurables, tout en employant des nombres de vibrations assez petits pour être mesurés par les procédés précis de l'acoustique.

Après avoir indiqué dans cette note les dispositions de l'expérience et les résultats obtenus pendant son exécution, l'auteur en tire les conséquences suivantes :

Les fils longs donnent pour l'intensité moyenne la loi $y = y_0 e^{-ax}$. Si y varie peu lorsque v varie de quelques mètres, ce qui a lieu par exemple pour des fils métalliques, on peut opérer par rapport au conducteur lui-même, sous dérivation. Cette loi est aussi celle de la variation de la température ou du potentiel électrique le long d'une barre indéfinie; α est alors fonction des conductibilités extérieure et intérieure.

Cette méthode nouvelle permet donc, non seulement de mesurer directement les longueurs d'ondes et le nombre de vibrations, ce qui donne les vitesses, mais encore d'étudier les autres éléments de la propagation des ondes électriques.

Agriculture. — *Amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France; résultats de la campagne de 1891.* Note de M. Aimé Girard, présentée par M. Th. Schlœsing.

M. Aimé Girard donne dans cette note quelques détails sur des rendements obtenus dans la culture de la pomme de terre Richter's Imperator, faite d'après ses données. Les résultats ne comportent pas moins de 224 cultures importantes.

En résumé, les résultats de la campagne de 1891 sont des plus beaux que l'on puisse espérer; leur ensemble apporte une consécration nouvelle aux procédés recommandés par M. Girard.

La culture améliorée des pommes de terre productives et riches, de la variété Richter's Imperator aujourd'hui, d'autres variétés aussi remarquables demain, l'application à cette culture des procédés intensifs sont aujourd'hui des faits acquis.

Cette culture va, cette année, se développer dans une mesure bien plus grande encore; des féculeries nouvelles achèvent de se monter en ce moment; les grands distillateurs de grains, arrêtés dans leurs travaux, se tournent du côté de la pomme de terre, et déjà l'emploi de celle-ci à l'alimentation du grand bétail préoccupe nombre d'éleveurs.

Si bien qu'aujourd'hui, ce n'est plus par ares, comme il y a quatre ans, mais par 30 et 100 hectares que l'on compte; parmi les cultivateurs les plus hardis qui abordent la voie nouvelle, il en est même qui vont, cette année, développer sur 300 et 400 hectares la culture améliorée de la pomme de terre à grand rendement.

Hygiène. — *Contribution à l'étude des vins déplâtrés,* par M. H. Quantin.

L'Académie s'étant récemment prononcée contre le déplâtrage des vins, M. H. Quantin fait connaître dans cette note les résultats des recherches qu'il poursuit depuis quelque temps sur les divers modes de déplâtrage des vins, et les procédés permettant de les caractériser.

Dans cette étude, l'auteur montre que pour éliminer le sulfate de potasse en excès, on n'emploie presque exclusivement que des sels de baryum, et chlorure, nitrate, carbonate, tartrate, acétate et phosphate; ces procédés doivent être absolument réprouvés; ce ne sont plus des falsifications d'un produit alimentaire, mais un véritable procédé toxique.

Mécanique. — *Extension des équations de Lagrange au cas du frottement de glissement.* Note de M. Paul Appel, présentée par M. Darboux

Mathématiques. — *Sur une application de la théorie des groupes continus à la théorie des jonctions.* Note de M. Sophus Lie, présentée par M. E. Picard.

Astronomie. — *L'étoile temporaire du Cocher.* Note de M. G. Rayet, présentée par M. Wolf.

G. Petit,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Materiales de construccion, par D. Manuel Pardo. — Manuel Tello, éditeur et chez l'auteur. Madrid, 1891. — Prix : 30 pesetas.

La seconde édition de cet important ouvrage de M. Pardo a paru récemment, et elle a trouvé en Espagne le même succès que la première. Il constitue, en effet, un traité clair, approfondi et complet sur l'ensemble des matériaux employés dans les constructions modernes. Tout en attachant une importance capitale aux matériaux provenant des pays de langue espagnole, il traite des produits généraux et exportables de tous les pays, et la connaissance étendue que possède l'auteur des procédés et des expériences faites par les technologistes des autres nations, lui permet d'en appliquer le bénéfice aux produits de l'Espagne.

L'ouvrage traite en première ligne des pierres, chaux et produits céramiques. Il expose d'une façon très intéressante les procédés d'extraction et de travail, puis les qualités de ces divers matériaux, renseignant à la fois sur leur composition chimique et sur leurs qualités physiques. La préparation des chaux et ciments, leur mode de mélange et d'emploi sont attentivement étudiés et les produits spéciaux à la péninsule sont décrits avec un détail qui intéressera certainement tous ceux qui ont à s'occuper de travaux dans ces régions.

Les produits forestiers sont l'objet d'une étude étendue, et sur ce point l'auteur a eu l'excellente idée de nous faire connaître avec détail les bois de plusieurs pays de langue espagnole, Cuba, Porto-Rico, les îles Philippines et la République Argentine. On trouvera là des tables précieuses sur les résistances, les poids et sur toutes les qualités de bois encore inconnus pour nous, mais qui pourraient bien un jour à leur tour acquérir de l'importance sur nos chantiers.

La troisième section du volume décrit les matériaux de nature métallique, fers, cuivres, zincs, etc. Ces produits sont décrits en grand détail, mais principalement au point de vue de leur production, de leur métallurgie et de leur mise en œuvre. Nous avons été quelque peu surpris de trouver relativement peu de renseignements sur les qualités du fer, ce facteur aujourd'hui si important du progrès industriel et de la civilisation, sous sa forme ordinaire aussi bien que sous sa forme plus moderne d'acier. C'est une lacune que certainement l'auteur comblera dans sa troisième édition.

L'ouvrage se termine par un important chapitre sur l'essai chimique des divers métaux, auquel nous ne pouvons qu'applaudir. L'importance toujours grandissante de l'analyse chimique exige, en effet, que tout Ingénieur, tout entrepreneur, ait au moins des notions pratiques générales sur ce point, et on peut regretter l'obscurité dans laquelle est laissé trop souvent cet élément d'appréciation de la valeur des produits que nous employons. Pour les matériaux de construction, le laboratoire de physique devrait toujours être doublé, aujourd'hui, d'un laboratoire de chimie, et l'Ingénieur qui sait faire des essais sommaires sur la résistance ne devrait pas hésiter à faire de même au point de vue de la composition intime de ses objets d'étude. Tel paraît être le sentiment de l'auteur si l'on en juge par le résumé sobre, mais suffisamment complet, qu'il donne des méthodes à employer, et nous ne pouvons qu'approuver cette façon de voir et souhaiter que son enseignement soit écouté. T. S.

Sommaire de la *Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques*, n° 14, du 2 avril. — Administration, 4, rue de la Chaussée-d'Antin; un an, **24** francs; six mois, **12 fr. 50**.
Des couleurs de résine (E. L.)

Brevets français : Filtration des eaux d'égouts. — Application du formol. — Production des ortho et para-amidophénols alkylis. — Capsule à poudres médicinales. — Appareil rectificateur de la glycérine. — Ammoniure de cuivre. — Extraction des sels de saumure. — Séchage mécanique des phosphates et de toute matière pulvérulente. — Préparation de l'isoengénol et de certains de ses dérivés. — Appareil à charger automatiquement les fusils. — Distributeur de poudre et matières pulvérulentes. — Nouvelle fabrication des bougies. — Cirage imperméable. — Perfectionnements aux filtres-presses. — Perfectionnement aux couteaux de diffusion. — Nouveau bouchage des bouteilles. — Extraits secs de café et de thé.

Brevets anglais : Produit susceptible de remplacer le caoutchouc et le cuir. — Système de baratte. — Emballage des fromages et articles similaires.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 23. N° 513. Samedi 9 Avril 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Grue de cent tonnes mue par l'électricité de M. C.-J. Bates, p. 369 ; G. Foris ; — Etude sur l'affûtage électrique des limes, couteaux de diffusion, etc., p. 370 ; Schield-Treherne. — **Mécanique** : Machines-pilons marines à triple expansion de la Société J. Boulet et Cie (*planche XXIV*), p. 372 ; F. Desquiens ; — Chemins de fer à vitesses multiples ou trottoirs mobiles, p. 373 ; Ernest Pontzen. — **Travaux publics** ; Restauration du pont-canal de la Teyssonne. Canal de Roanne à Digoin, p. 376 ; Mazoyer. — **Chemins de fer** : Les nouveaux tarifs de grande vitesse des grandes Compagnies de chemins de fer (*suite et fin*), p. 378 ; G. Féolde ; — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (*suite et fin*), p. 380 ; H. Heude. — **Correspondance** : Présence d'insectes pseudomorphisés dans les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie, p. 383 ; Louis Pelatan. — **Informations** : Exposition internationale de l'alcool et des industries de fermentation (Paris 1892), p. 383.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séance du 22 février 1892, p. 384 ; G. Petit. — Société d'encouragement pour l'industrie nationale, janvier 1892, p. 384.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 384.

Planche XXIV : Machines-pilons marines à triple expansion de la Société J. Boulet et Cie.

ÉLECTRICITÉ

GRUE DE CENT TONNES MUE PAR L'ÉLECTRICITÉ
de M. C.-J. Bates.

L'emploi de l'électricité comme agent de transmission pour les grues est à l'ordre du jour en ce moment, en raison de la facilité de son application, de la puissance et de la vitesse qu'elle permet d'obtenir, ainsi que de la délicatesse de son mode d'action. Cette dernière condition est d'une grande importance lorsqu'il s'agit de faire mouvoir avec aisance des fardeaux très lourds, tels que ceux que l'on est appelé à manœuvrer dans les fonderies, où, jusqu'ici, on ne pouvait confier la manœuvre des grues qu'au travail manuel.

Dans son ensemble, la grue consiste en un pont formé de deux poutres parallèles, supportées à chaque extrémité par des chariots au moyen desquels la grue peut se mouvoir latéralement d'un point à un autre. Les appareils de levage sont des cages mobiles dans le sens longitudinal, contenant le tambour avec les appareils mécaniques nécessaires ; ils sont supportés sur des rails reposant sur les bords inférieurs des poutres. Comme il est impossible d'employer des consoles

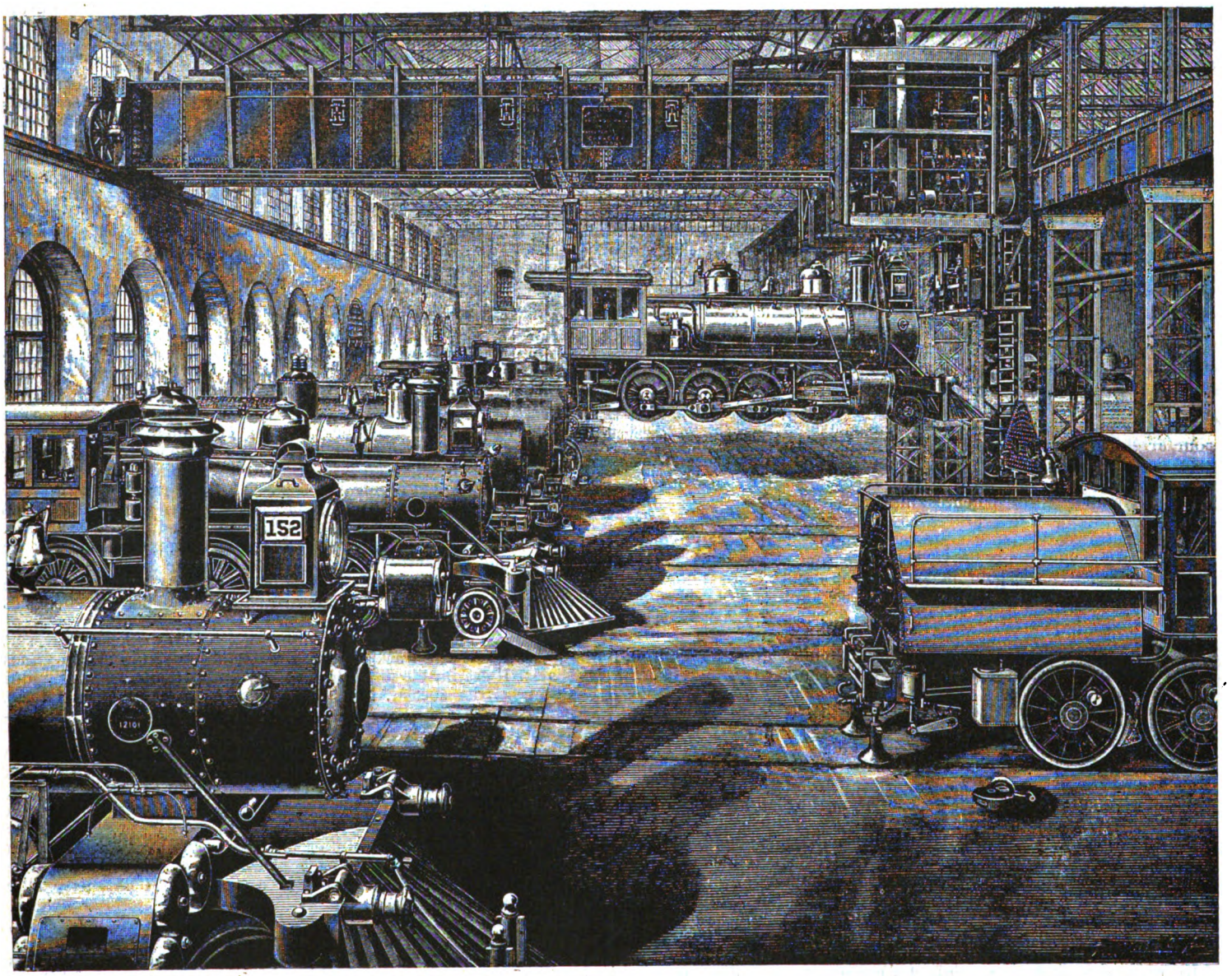


Fig. 1. — Grue de 100 tonnes, à manœuvre électrique.

latérales inférieures, en raison de la nécessité d'avoir un espace libre, la tendance des cages de levage à produire une poussée extérieure des bords inférieurs des poutres est évitée au moyen de tirants qui vont de ces bords inférieurs aux étais transversaux supérieurs, qui, à cet

Digitized by Google

effet, dépassent les poutres (fig. 1). Ces étais latéraux sont renforcés, en outre, par des tirants en fers cornières. Le seul raidissage vertical est obtenu au moyen des tirants extérieurs dont nous venons de parler.

Les poutres sont calculées pour supporter la plus grande charge qu'elles puissent recevoir dans n'importe quelle position des cages de levage, en tenant compte spécialement du raidissage. La figure 1 montre le nombre de raidisseurs employés sur le treillis. Le rapport de la profondeur à l'étendue de la poutre varie suivant l'emplacement dont on dispose. Dans les ateliers Baldwin, l'étendue du pont entre les centres des rails de support est de 22^m75, et les poutres ont 2^m13 de profondeur d'un bord extérieur à l'autre. De centre en centre des treillis, les poutres sont espacées de 2^m82. Le pont est supporté par 4 roues de 1^m52 avec bandages en acier à double bride, qui roulent sur les rails avec une base d'environ 4^m25 pour les roues. Les rails ont été créés spécialement pour cet objet : ils pèsent 178 kilogr. par mètre courant; leur hauteur est de 15 centimètres; ils ont 10 centimètres de largeur de champignon, 15 centimètres de semelle, et une épaisseur d'âme de $2\ 1/2$ centimètres. Au rail et sur la voie est boulonnée solidement une crémaillère à dents de $63\ 1/2$ millimètres d'écartement et de 10 centimètres de largeur, avec laquelle engrènent les roues motrices.

Lorsque les objets à soulever ne sont pas trop volumineux pour être supportés en un seul point, il suffit d'une seule cage de levage sur le pont. Mais lorsqu'il s'agit d'une masse telle qu'une locomotive, qui doit être soulevée aux deux extrémités simultanément, il est nécessaire d'employer deux cages qui roulent sur les rails supportés par les brides inférieures des poutres. Les cages constituent alors des appareils de levage complets, à chacun desquels une force quelconque peut être appliquée.

Dans les cas considérés, la source de force immédiate est la dynamo. De cette dernière, le courant électrique est amené par deux tiges en cuivre de 11 millimètres d'épaisseur, supportées par des lattes de pin rouge isolées sur du verre. Sur ces tiges circulent des chariots à 4 roues du type Wheeler. Les constructeurs estiment que des câbles en fil de fer vaudraient mieux que ces tiges, qui ont de la tendance à se gondoler par l'effet de la dilatation, tandis que le câble pourrait plier entre les supports, ce qui n'aurait aucun inconvénient. Ils pensent également qu'il serait préférable que le courant fût fourni à la tige ou au câble par plusieurs points à la fois, au lieu de le faire arriver tout entier par une extrémité.

Les chariots Wheeler sont reliés chacun à un moteur de 40 chevaux de la Compagnie d'éclairage électrique des Etats-Unis, enroulé en dérivation et à vitesse constante pour un courant de 220 volts. Ces deux moteurs, marchant à raison de 500 tours par minute, sont placés sur la partie supérieure du pont, au-dessus de la plate-forme où se tient le conducteur. Des courroies les relient avec les mécanismes, placés au-dessous, qui commandent les cages de levage. Ces mécanismes, au nombre de deux, un pour chaque cage, sont disposés de chaque côté du pont et sont reliés l'un avec l'autre par une courroie. L'avantage de cette connexion entre les deux mécanismes n'est pas encore bien déterminé, car, dans le cas où l'un des moteurs, pour une cause quelconque, viendrait à marcher à une vitesse plus grande que l'autre, il obligerait ce dernier à agir comme une dynamo génératrice, renversant le courant dans le câble, ce qui aurait probablement pour résultat de brûler le moteur le plus fort. Cependant, la courroie transversale est en usage dans l'atelier Baldwin et jusqu'ici sans effet nuisible.

Les mécanismes commandés par les moteurs consistent principalement en une combinaison d'engrenages avec griffes d'embrayage pour arrêter ou mettre en marche, pour renverser le mouvement, et pour deux changements de vitesse. Ces mécanismes sont reliés avec les cages de levage par trois arbres de section carrée pour chaque cage, tournant dans des potences mobiles, afin de laisser le passage libre pour les cages. Ces arbres commandent le mécanisme de levage et de translation de chaque cage, et une griffe permettant de donner deux changements de vitesse. De sorte que chaque cage dispose, pour le levage ou pour la descente, de quatre changements de vitesse, savoir : 1^m52, 3^m05, 6^m10 et 12^m20 par minute; pour la translation, elle dispose de deux changements de vitesse, savoir 15^m25 et 30^m50 par minute.

Les deux cages sont absolument indépendantes l'une de l'autre; l'arbre moteur, qui est au-dessus, et qui est actionné par un des arbres à section carrée dont nous avons parlé plus haut, est relié avec les tambours, — au moyen d'un arbre intermédiaire, — par des engrenages de deux grandeurs différentes, à chacun desquels il peut être rattaché par une griffe, donnant ainsi les deux vitesses mentionnées ci-dessus. Sur l'arbre intermédiaire est fixée une griffe spéciale, qui a pour objet de maintenir le poids en un point quelconque, jusqu'au moment où elle se trouve dégagée par le moteur, soit au levage, soit à la descente, évitant ainsi toute possibilité de chute brusque, soit à un changement de direction, soit en passant d'une vitesse à une autre.

Le tambour est formé de deux parties montées sur le même arbre : l'une est fixe et l'autre folle; elles sont reliées à l'arbre moteur et doivent tourner ensemble. Le but que l'on a voulu atteindre en faisant l'une des parties folle sur l'arbre a été de permettre un certain jeu et de graduer l'effort. La figure 2 est une vue détachée du raidisseur vertical latéral et des tambours avec les moufles de levage.

La moufle est à deux poulies; les chaînes sont en deux parties, s'enroulant chacune sur une moitié du tambour, l'enroulement allant de l'extérieur vers le centre, de sorte qu'il n'y a pas de tendance à une poussée latérale d'aucun côté, condition de la plus haute importance dans une fonderie. La puissance de chaque cage de levage est de 50 tonnes, mais à pleine charge, il ne faut pas compter employer les grandes vitesses.

L'appareil de levage auxiliaire, qui sert lorsqu'il s'agit de supporter aux deux extrémités une charge volumineuse, comme dans le cas de la figure 1, est pourvu d'un tambour distinct et d'une chaîne de levage actionnée par un moteur Wenstrom, enroulé en série, à vitesse variable et alimenté de courant par un câble qui pend en festons sur le côté du pont. Ce tambour auxiliaire est très utile lorsqu'il s'agit de manœuvrer des poids plus légers et que les grands tambours sont occupés.

Le mécanisme qui fait mouvoir la grue tout entière est commandé par des moteurs de 40 chevaux, et est logé sur le côté du pont qui n'est pas visible sur la figure. Ce mécanisme est à deux vitesses permettant de faire mouvoir la grue à raison de 30 ou 60 mètres par minute.

Sur la plate-forme du conducteur sont rangés neuf leviers; six d'entre eux servent pour les cages de levage, savoir : deux pour monter ou descendre les fardeaux, deux pour les transporter et deux pour les changements de vitesse; les trois autres sont pour l'arrêt, la mise en marche et les changements de vitesse dans la translation de toute la grue. Autant qu'il a été possible de le faire, ces leviers ont été disposés de façon à se mouvoir dans le sens du mouvement à obtenir, afin que le conducteur n'ait aucune hésitation dans la manœuvre. Le rhéostat et les interrupteurs sont placés dans une boîte sur le côté du pont.

Il nous reste à dire quelques mots des griffes d'embrayage en usage dans ce système de grue. La griffe ordinaire se compose d'une pièce conique en bois tournant dans une pièce métallique de forme correspondante, de sorte que lorsque les deux pièces sont pressées l'une contre l'autre, le mouvement de l'une entraîne l'autre par frottement. Pour les grues qui n'ont pas une vitesse supérieure à 1^m52 par minute, une mise en marche douce ou un arrêt gradué sont souvent d'une grande importance. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de laisser glisser momentanément les cônes l'un sur l'autre, en augmentant graduellement la pression jusqu'à ce que la prise soit tout à fait ferme, comme pour les câbles dans les chemins de fer funiculaires. Or on a constaté que la chaleur développée par le frottement de glissement faisait dilater la partie métallique extérieure au point d'en accroître le diamètre et de retarder la prise, ce qui avait pour effet ou d'arrêter la vitesse croissante du mouvement, ou même de provoquer un mouvement rétrograde, et il pouvait en résulter de graves inconvénients pour le transport de moules en sable délicats.

Ce fait a rendu nécessaire la construction d'un embrayage dans lequel un changement de dimensions dans des limites déterminées n'affecte pas l'effet d'entraînement ni dans le cas où les parties sont fortement en prise et se meuvent de la même manière, ni dans le cas où une des parties vient à prendre un mouvement constamment accéléré ou retardé sur l'autre. Ce résultat a été atteint avec succès.

G. Foris.

ÉTUDE SUR L'AFFUTAGE ÉLECTRIQUE
des limes, couteaux de diffusion, etc.

Il a été donné précédemment dans le *Génie Civil* (1) une description sommaire du procédé imaginé par M. A. Personne de Sennevoy, pour le retaillage électrique de limes; nous venons aujourd'hui compléter cette notice par une étude pratique de ce procédé, due à M. H. Lalo, Ingénieur civil des Mines.

Le retaillage électrique, outre sa très grande simplicité, offre cette particularité que non seulement il rend à la lime ses qualités premières, dans un temps très court; mais l'entamant très peu chaque fois, il permet de faire cette opération un très grand nombre de fois, avant de la mettre au rebut. Enfin, par sa grande rapidité, ce procédé nous paraît appelé à rendre de grands services dans les usines ou dans les ateliers qui emploient un nombre respectable de limes ou de fraises.

Ce procédé est également applicable à l'affûtage des couteaux de diffusion, qui, comme on le sait, forment la pierre d'achoppement du travail en sucrerie, maintenant que le procédé de la diffusion est le seul, ou à peu près, qui soit employé pour l'extraction du sucre des betteraves.

Jusqu'à ce jour, l'affûtage des couteaux dans ces usines est fait, soit mécaniquement à la fraise, soit à la main, au moyen de petites limes spéciales. Il est inutile d'insister sur les difficultés de ce travail, qui exige un ouvrier spécial, très habile, et par conséquent payé souvent très cher. Nous rappellerons seulement la perte énorme qui peut résulter d'un affûtage défectueux.

Il peut arriver parfois que l'ouvrier trop pressé par le nombre considérable de lames en mauvais état qu'il a à réparer, fournisse des couteaux affûtés d'une façon très imparfaite et aussi très irrégulière, ce qui est un grand inconvénient pour la régularité du travail de la diffusion. En outre, l'usure des lames par ce procédé est considérable et les met rapidement hors d'usage. Enfin, quel que soit le soin apporté par l'affûteur, il reste souvent un certain *morfil* sur la partie tranchante, qui nuit beaucoup à la confection des cossettes, telle que l'exige un bon travail.

Dans ce cas tout spécial, le procédé d'affûtage électrique présente, sur celui en usage actuellement, de sérieux avantages.

Au point de vue du travail, le principal avantage est d'avoir toujours le même affûtage régulier, d'un couteau à un autre, d'une faîtière à une autre, et sans aucun morfil, en supposant, bien entendu, que l'on parte de coûteaux neufs et semblables. Il en résulte donc une production de cossettes régulières et nettement découpées, et par suite une grande facilité dans la conduite du travail de la diffusion.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 11, p. 169.

Digitized by Google

Les autres avantages sont d'un ordre purement économique ; nous citerons par exemple :

1° Suppression à peu près complète des fraises ;

2° Affûtage d'un nombre considérable de couteaux dans un temps très court ;

3° Travail simple et facile, mis à la portée du premier ouvrier venu.

Dans ces conditions, pas de raison d'émousser les couteaux, par un travail prolongé, jusqu'à ce qu'ils ne coupent plus ; on les changera plus souvent, à des heures déterminées et assez rapprochées. De cette façon, le coupe-racines fournira des cossettes régulières et en quantité plus considérable.

Passons maintenant à la description des différentes phases de l'opération. Nous décrirons d'abord le retaillage des limes, à cause du plus grand nombre d'opérations successives qu'il nécessite, ce qui nous permettra de passer facilement, ensuite, à l'affûtage des couteaux de diffusion, où le nombre des opérations est ou peut être considérablement réduit.

I. Retaillage des limes. — La première condition, de laquelle dépend, pour ainsi dire, le succès de l'opération, est d'avoir des limes bien propres, débarrassées autant que possible des matières adhérentes, telles que rouille, limailles, corps gras, etc.

Il est donc nécessaire de procéder d'abord à un nettoyage ou décapage complet de l'outil, avant de lui faire subir le retaillage dans le bain électrique.

Ce nettoyage comprend les opérations suivantes :

1° Lavage dans une solution d'acide oxalique. — Cette opération a pour but d'enlever la rouille adhérente.

Le bain est obtenu en faisant dissoudre 1 kilogr. d'acide oxalique du commerce, dans 10 litres d'eau. Il peut servir pour un très grand nombre de limes. Dans l'essai que nous avons vu faire, on a pu, avec un seul bain, nettoyer 300 limes en mauvais état.

Le prix de l'acide oxalique étant de 1 fr. 50 le kilogr., on a donc dépensé par lime $\frac{1.50}{300}$, soit 0 fr. 005. Quant à la main-d'œuvre, elle entre pour une part très minime dans cette opération, ainsi que dans les autres, du reste, et nous donnerons à la fin de cette étude, le prix total auquel elle peut être évaluée.

2° Lavage dans un bain de soude caustique, destiné à enlever les corps gras.

Le bain s'obtient en dissolvant 15 kilogr. de soude caustique du commerce dans 60 litres d'eau environ. Avec ce bain, on a pu passer 400 limes avant de le remplacer. Le prix de la soude étant de 0 fr. 45, on a donc dépensé 0 fr. $45 \times 15 = 6$ fr 75, soit par lime 0 fr. 017. La durée de l'opération, comme dans le cas précédent, varie avec l'état des limes ; cependant, on estime que l'on doit les laisser au moins 12 heures dans le bain de soude, c'est-à-dire du soir au lendemain matin.

3° Lavage dans un bain de carbonate de soude. — Cette opération se fait à chaud et a pour but d'enlever les dernières traces d'impuretés. Les limes sont simplement passées dans le bain et brossées avec une brosse de chiendent.

Ce bain s'obtient en faisant fondre 4 kilogr. de carbonate de soude ordinaire dans 100 litres d'eau environ. Il peut servir également pour 400 limes. Ce chiffre étant, comme on le verra plus loin, celui qu'un ouvrier et son aide peuvent atteindre dans une journée de 10 heures, cela revient à dire qu'il n'est nécessaire de changer le bain qu'une fois par jour.

Le prix du carbonate de soude du commerce étant de 0 fr. 14 le kilogr., on aura donc comme dépense : 0 fr. $14 \times 4 = 0$ fr. 56, soit par lime 0 fr. 0014.

Enfin, on termine le nettoyage en passant les limes à l'eau claire, de façon à enlever le carbonate de soude.

Tous ces lavages se font dans des terrines en grès vernies, ayant environ $0^m 50$ de longueur sur $0^m 30$ de largeur et $0^m 15$ de profondeur, et dont le prix d'achat est d'environ 10 à 12 francs.

Fig. 1

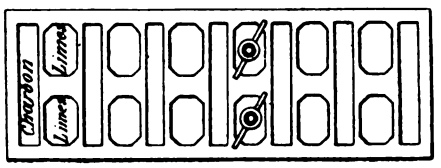


Fig. 3

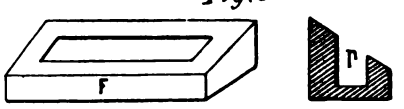


Fig. 2

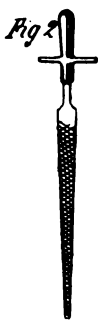


Fig. 4

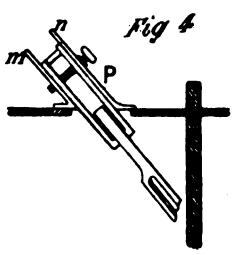


FIG. 1, 2, 3 et 4.

4° Bain électrique, dans lequel s'opère le retaillage.

Cet appareil constitue une véritable pile. Il se compose d'un vase en verre ou en terre vernissée, dont la forme et les dimensions permettent d'y introduire les limes ordinaires ; nous supposerons donc un récipient ayant : hauteur, $0^m 50$; base rectangulaire, $0^m 40 \times 0^m 10$. Ce vase contient des plaquettes de charbon de cornue, de $0^m 50$ de hauteur sur $0^m 10$ de largeur, comme lui, et environ 1 centimètre d'épaisseur. Il est fermé par un couvercle en cuivre, percé de trous (fig. 1), livrant passage aux charbons et aux limes et servant lui-même de conducteur entre les éléments constituant la pile.

Celle-ci est donc fermée et se trouve, suivant l'expression usitée, en court circuit, c'est-à-dire que les pôles sont réunis par un conducteur n'offrant pas une grande résistance au passage du courant.

Afin d'assurer le contact, les lames de charbon sont serrées contre les bords des ouvertures ménagées dans le couvercle, au moyen de petits coins en bois placés d'un côté de la lame.

Les limes sont emmanchées dans de petites poignées en bronze, munies d'oreillettes (fig. 2) qui, placées en travers des trous, maintiennent les limes verticalement dans le bain. Chaque lime se trouve placée entre deux charbons, parallèlement à ceux-ci et à peu de distance.

Un appareil comme celui que nous venons de décrire peut contenir 12 limes à la fois.

Le bain acidulé s'obtient en mélangeant avec l'eau :

3 °/₀ d'acide sulfurique à 66 degrés Baumé ;
et 6 °/₀ d'acide nitrique à 40 — —

La solution doit peser à peu près 7 degrés au pèse-acide, c'est-à-dire avoir une densité d'environ 1,046.

La durée d'une opération varie avec la nature et aussi avec l'usure des limes. Pour des limes ordinaires, elle varie de 20 à 30 minutes, soit 25 minutes en moyenne.

Vers le milieu de l'opération, il est nécessaire de passer les limes dans l'eau claire et de les brosser, de façon à enlever la boue adhérente, résultant de la combinaison chimique de l'acide et du métal.

Pour le retaillage de 24 limes, il a fallu :

1 l 100 d'acide nitrique à 0 fr. 40	0 fr. 44
0 500 — sulfurique à 0 fr. 12	0 06
TOTAL	0 fr. 50

Soit par lime 0 fr. 02 environ.

Le retaillage proprement dit terminé, il est nécessaire de débarrasser les limes de l'acide dont elles sont imprégnées, et de les sécher. Pour cela, on les passe d'abord à l'eau, puis dans un bain de lait de chaux, enfin dans de la sciure de bois, ou bien on les met devant un feu doux.

Si l'on tient compte du temps nécessaire pour l'affûtage de 12 limes en mauvais état, en admettant un ouvrier et son aide, payés à raison de 0 fr. 90 l'heure, ce qui est déjà un prix raisonnable, on arrive, pour cette opération, au prix de 0 fr. 0375 par lime pour la main-d'œuvre.

Ce prix peut être compté pour la main-d'œuvre totale, car les autres opérations se font sur un très grand nombre d'outils d'une part, et, d'autre part, elles se font pour ainsi dire seules.

Si donc nous comptons que le temps nécessaire pour le retaillage de 12 limes est d'une demi-heure, un ouvrier et son aide peuvent facilement préparer 200 à 220 limes dans une journée de 10 heures, et, avec deux appareils semblables, ce qui permettra à l'ouvrier d'être occupé pendant tout son temps, 400 à 450 limes. En effet, on a pu remarquer que pendant le temps que dure le retaillage, l'ouvrier n'était occupé que pendant la seconde moitié du temps, pour nettoyer un peu les limes ; il lui serait donc très facile de surveiller deux appareils à la fois.

Pour terminer cette étude, nous donnons ci-dessous le résumé des frais que nécessite ce procédé de retaillage pour une lime :

1° Lavage à l'acide oxalique	0 fr. 0050
2° — à la soude caustique	0 0170
3° — au carbonate de soude	0 0014
4° Bain électrique	0 0208
5° Main-d'œuvre	0 0375
TOTAL	0 fr. 0817

Soit à peu près 8 centimes.

II. Affûtage des couteaux de diffusion. — Tout ce que nous venons de dire pour le retaillage des limes s'applique également aux couteaux de diffusion, à quelques opérations près, car les couteaux n'étant généralement pas recouverts de corps gras, la série des opérations de lavage n'est plus nécessaire dans ce cas, et, par suite, l'opération est d'autant plus rapide et aussi plus économique.

L'affûtage dans le bain électrique se faisant comme le retaillage des limes, nous nous bornerons à indiquer quelques particularités de détail du procédé.

La chose principale à considérer dans ce mode d'affûtage est la formation d'un biseau convenable. Or, la longueur et l'inclinaison de la partie tranchante varient avec l'inclinaison du couteau par rapport au niveau du liquide, et avec la quantité immergée.

Ces deux facteurs peuvent être facilement réglés au moyen de la forme en bois F et de la pince-support P (fig. 3). La forme F présente une échancrure *p*, dans laquelle on introduit le couteau, la partie coupante à l'intérieur. Puis, au moyen de la pince-support P, dont les branches recourbées viennent s'appliquer sur le plan incliné de la forme, on saisit le couteau entre les deux mâchoires. De cette façon, on est assuré que tous les couteaux plongés dans le bain, y plongent de la même quantité.

La pince P présente deux tiges *m* et *n* recourbées (fig. 4), dont l'une *m* est fixe, tandis que l'autre *n* est à coulisse, ce qui permet de faire varier la différence de hauteur des parties recourbées et, par suite, l'inclinaison des couteaux.

Digitized by Google

Le couteau est placé le plus près possible du charbon, l'intérieur de la faîtière regardant le charbon, comme l'indique la figure 4.

La pince-support repose également par ses parties recourbées sur un couvercle en cuivre qui ferme le circuit.

Enfin la durée d'une opération varie, suivant l'état des couteaux, entre 15 et 25 minutes.

Avec un appareil comme celui que nous avons vu fonctionner, pouvant contenir 10 couteaux à la fois, un ouvrier, aidé d'un gamin, pourrait facilement préparer 200 à 250 couteaux par jour.

On estime le prix de revient de cet affûtage à 0 fr. 02 à 0 fr. 025 par couteau.

La dépense de premier établissement est estimée à 120 francs.

SCHIELD-TREHERNE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

MACHINES-PILONS MARINES A TRIPLE EXPANSION
de la Société J. Boulet et Cie.

(Planche XXIV.)

La machine à triple expansion, dont les avantages ne sont plus à démontrer, a fait, dans ces derniers temps, de notables progrès. On est arrivé à des consommations par cheval-heure extrêmement réduites.

Ces faibles consommations de vapeur tiennent au système lui-même. Dans ces machines, en effet, l'action fâcheuse des parois, mise en évidence par Hirn, est moins sensible. La détente est plus grande et la chute de température se fait en moins de temps ; par conséquent, la perte de chaleur, désignée par ce savant sous le nom de « refroidissement au condenseur », est beaucoup moins importante que dans les machines à un seul cylindre ou les compound.

La vapeur condensée à l'admission y est aussi considérablement diminuée ; il est facile de s'en rendre compte d'après le tableau suivant, résultant d'essais faits par M. Willans :

	Pression 80 livres. 1 cylindre	2 cylindres	Pression 150 livres. 2 cylindres	3 cylindres
Vapeur condensée à l'admission.	23,7 %	5,2 %	4.09	1.32

Ainsi, d'après ces expériences, à la pression de 150 livres ou 10 kil., 5 environ, l'économie sur la vapeur condensée à l'admission est, pour la machine à triple expansion, d'environ 57 % sur les machines

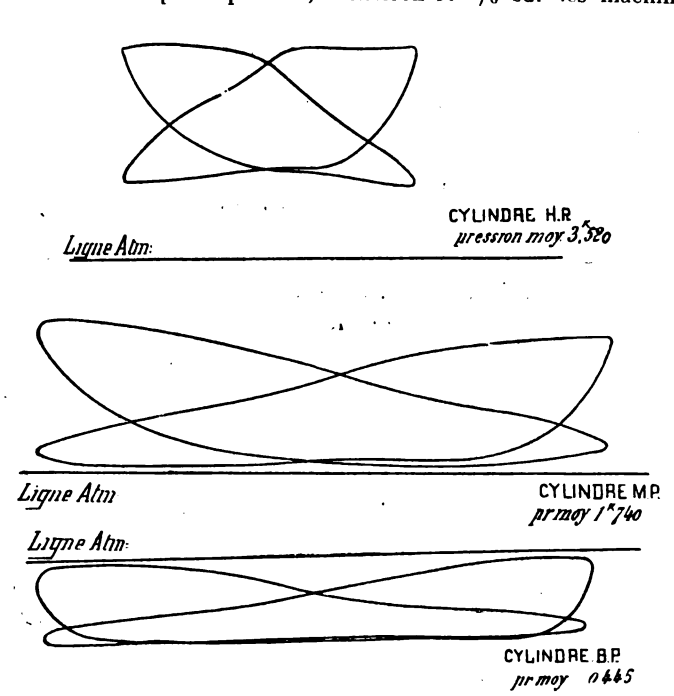


FIG. 1.

compound. Par la réduction des espaces nuisibles, l'amélioration de la construction, les perfectionnements de la distribution, l'économie s'est encore accrue.

A ce titre, la machine à triple expansion que vient de construire la Maison J. Boulet et Cie, de Paris, mérite d'être signalée.

La planche XXIV, jointe à cette note, représente en plan, coupe et élévation une machine marine de 220 chevaux indiqués, dont les dimensions principales sont les suivantes :

Diamètre du cylindre à haute pression	280 m/m
— — à moyenne pression	440 m/m
— — à basse pression	760 m/m
Course commune des pistons	400 m/m
Nombre de tours	150
Pression initiale	10k,5

La vapeur venant des chaudières contourne les cylindres de moyenne et haute pression, communique avec l'enveloppe du cylindre à basse pression, et est admise avec détente dans le cylindre à haute pression par les arêtes intérieures d'un tiroir cylindrique ; elle se détend ensuite dans le moyen cylindre, est admise par un tiroir à double orifice dans le grand cylindre, où elle se détend une troisième fois, et s'échappe enfin dans un condenseur tubulaire formant la base du bâti de la machine.

La pompe à air est commandée par la tête du piston du cylindre à haute pression, au moyen de deux balanciers. Une pompe de circulation semblable est actionnée de la même façon par la tête du piston du cylindre à basse pression.

Les cylindres à haute et moyenne pression sont fondus d'une seule pièce assemblée avec le troisième ; cet ensemble est boulonné à l'arrière sur le bâti, et porté à l'avant par quatre colonnes en fer, de manière à rendre facile l'accès des bielles et des paliers moteurs. Toutes les articulations principales sont à rattrapage de jeu. Les poids des tiroirs sont soigneusement équilibrés, en tenant compte du poids des tiges qui les commandent ; les cylindres sont enveloppés de feutre et de bois, le tout recouvert d'une tôle vernie. Les presse-étoupes sont en bronze avec écrou unique et garniture métallique.

Le changement de marche à coulisse Stéphenson est fait au moyen d'un volant et d'une vis horizontale prise entre l'une des colonnettes et le conducteur, et d'un écrou en bronze actionnant les bielles de relevage. Un robinet de dépiquage permet un envoi direct de vapeur au deuxième cylindre de moyenne pression. Le volant du changement de marche, les leviers du tiroir et de mise en train, du robinet de dépiquage, du robinet d'injection additionnelle, des robinets purgeurs sont tous placés sous la main du mécanicien.

Parmi les installations les plus récentes de ces machines, quatre ont été faites sur les porteurs *Iéna*, *Alma*, *Sully*, et *Arcole* de la Cie des Messageries nationales pour le service du Havre à Paris. Nous relatons ci-après les essais faits sur la machine de l'*Iéna* contradictoirement avec l'Ingénieur conseil de cette Compagnie ; ils ont donné des résultats remarquables.

Les principales dimensions du porteur « Iéna » sont :

Longueur entre perpendiculaires	38m 500
Largeur au maître couple hors membres	7m 100
Creux — —	2m 900
Tirant d'eau avec chargement de 300 tonneaux	2m 250
Déplacement correspondant	430 tonneaux.

Les essais ont eu lieu entre le Havre et Tancarville ; leur durée a été de 2 heures 20 minutes.

De nombreux diagrammes, dont nous donnons quelques-uns (fig. 1), ont été relevés pendant ces expériences.

Pour les diagrammes que nous reproduisons, les résultats sont :

	HP	BP	MP
Pression moyenne dans les cylindres	3k 52	1k 174	0,445
Surface des pistons tiges déduites	603cm2	1 508cm2	4 524cm2
Pression totale sur chaque piston	2 123k	2 624k	2 0.3k

La vitesse moyenne des pistons, d'après le nombre de tours du compteur, a été de 1m 955, et le travail en chevaux indiqués $\frac{6\,760 \times 1\,955}{75} = 176$ chevaux. En changeant l'introduction, dans la dernière position de la coulisse, on a obtenu, pression moyenne 5kg 00 H P ; 2kg 00 M P ; 0kg 508 B P. La vitesse moyenne était 2m 079 et le travail indiqué $\frac{8\,331 \times 2\,079}{75} = 231$ chevaux. La consommation de charbon pendant l'observation a été relevée avec soin ; elle a donné moins de 600 grammes par cheval et par heure.

Les chaudières étaient du type marine et sortaient des ateliers des mêmes constructeurs.

De nombreuses machines compound et à triple expansion d'un type analogue ont été installées par MM. J. Boulet et Cie, notamment à bord des vapeurs *Indre* et *Pellerin*, de la Basse-Loire (150 chevaux compound) ; du remorqueur *Neptune*, à MM. Frétigny (300 chevaux compound) ; du vapeur *Ville de Nantes*, à Marseille (400 chevaux compound) ; des remorqueurs *Joseph* et *Charles* à Cherbourg (150 chevaux compound) ; des quatre bateaux du Louvre, pendant l'Exposition universelle de 1889 (100 chevaux compound) (1) ; du steamer *Ville d'Isigny* (130 chevaux compound) et du remorqueur *La Licorne*, des Messageries nationales (300 chevaux à triple expansion).

La machine de ce dernier remorqueur a également donné aux essais d'excellents résultats.

Des machines fixes du même système ont aussi été fournies au Ministère de la Marine, notamment à l'Arsenal de Cherbourg où deux pilons compound de 180 chevaux font fonctionner les pompes des formes sud 5 et 6. Nous citerons également les machines fournies à l'imprimerie des Arts et Manufactures à Paris où deux pilons de 150 chevaux à triple expansion actionnent le matériel de l'imprimerie et de puissantes dynamos pour l'éclairage des ateliers ; au Casino de Paris, où deux pilons compound de 150 chevaux produisent la force pour l'éclairage électrique.

En résumé, la machine à multiple expansion a permis de réaliser les économies qu'on attendait d'elle, et les résultats ont confirmé la théorie. Il y a là un résultat intéressant à constater et qui fait honneur à notre industrie.

F. DESQUIENS,
Ingénieur civil.

(1) Voir *Génie Civil*, tome XV, n° 17, p. 375.

Digitized by Google

CHEMIN DE FER A VITESSES MULTIPLES
ou trottoirs mobiles.

Parmi les inventions et perfectionnements qui marquent le XIXe siècle, les progrès réalisés dans les moyens de transport tiennent, sinon le premier, sans contredit, un des premiers rangs.

En comparant les moyens de transport dont on disposait au commencement du siècle, avec ceux dont nous disposons de nos jours, il faut reconnaître que les résultats obtenus sont prodigieux. Mais les besoins aussi ont augmenté et les exigences, au point de vue de la rapidité, du confort et de la capacité ne sont plus remplies par les moyens mis à la disposition.

A l'Exposition universelle de Paris, en 1889, l'exposition rétrospective des moyens de transport nous montrait les modes de transport d'autrefois, et les objets marquant la tendance à perfectionner ceux dont on dispose de nos jours, se trouvaient distribués en grand nombre dans toute l'étendue de l'Exposition. Rappelons le chemin de fer glissant de M. Barre, les chemins de fer à crémaillère et les belles expositions des Compagnies de chemins de fer.

Le « trottoir mobile », que M. Eugène Hénard (1) avait proposé pour effectuer le transport des visiteurs dans l'Exposition de 1889, n'avait pas été exécuté, mais le fait qu'un chemin de fer basé sur la même idée fondamentale doit constituer l'une des grandes innovations à l'Exposition de Chicago en 1893, nous fait un devoir de rappeler en quoi consistaient les propositions de notre compatriote, avant de parler des trottoirs mobiles de Chicago.

M. Hénard commence par expliquer comment l'idée d'effectuer le déplacement des visiteurs dans l'Exposition, au moyen d'une plate-forme mobile, lui est venue. Les soles tournantes des fours à recuire, la plate-forme mobile dont des publications américaines avaient déjà parlé, et le mot de Pascal, qui a dit : « Un fleuve est un chemin qui marche », ont eu leur part dans la conception du projet de M. Hénard, qui voulait faire mouvoir un plancher établi au ras du sol, en le faisant porter par une série de wagons logés dans une tranchée et se mouvant avec une vitesse de 5 kilomètres à l'heure. La file continue des wagons porteurs devait être groupée en trains de 8 à 10 véhicules; chaque train devait être mû par un appareil moteur recevant la force propulsive au moyen d'un courant électrique.

La plate-forme devait avoir 3m 10 de large et être dotée de sièges sur une partie de sa largeur.

Pour permettre l'accès de la plate-forme mobile, celle-ci devait s'arrêter pendant 15 secondes par minute, ce qui réduisait la vitesse moyenne de transport aux trois quarts de la vitesse de marche, soit à environ 4 kilomètres à l'heure.

L'expérience faite à Chicago avec un trottoir mobile a démontré qu'un piéton peut sans difficulté ni danger passer sur un plancher animé d'un mouvement de déplacement de 3 miles, soit environ 5 kilomètres à l'heure.

Mais MM. J. L. Silsbee et Max E. Schmidt, qui sont les promoteurs du système de trottoirs à vitesses multiples qui doit être utilisé à l'Exposition de 1893, ne se sont pas bornés à supprimer les arrêts prévus par M. Hénard, ce qui majore déjà la vitesse des voyages sans augmenter celle de la marche, tout en supprimant les pertes de force et les secousses résultant des arrêts. Partant du fait que l'on pouvait, sans difficulté, passer d'un plancher fixe sur un plancher qui se déplace avec la vitesse de la marche d'un homme, ils ont conclu qu'il sera juste aussi facile de passer d'un plancher animé d'un mouvement de translation sur un autre, pourvu que la vitesse relative des deux ne soit pas supérieure à celle d'un homme marchant au pas, soit à environ 5 kilomètres à l'heure.

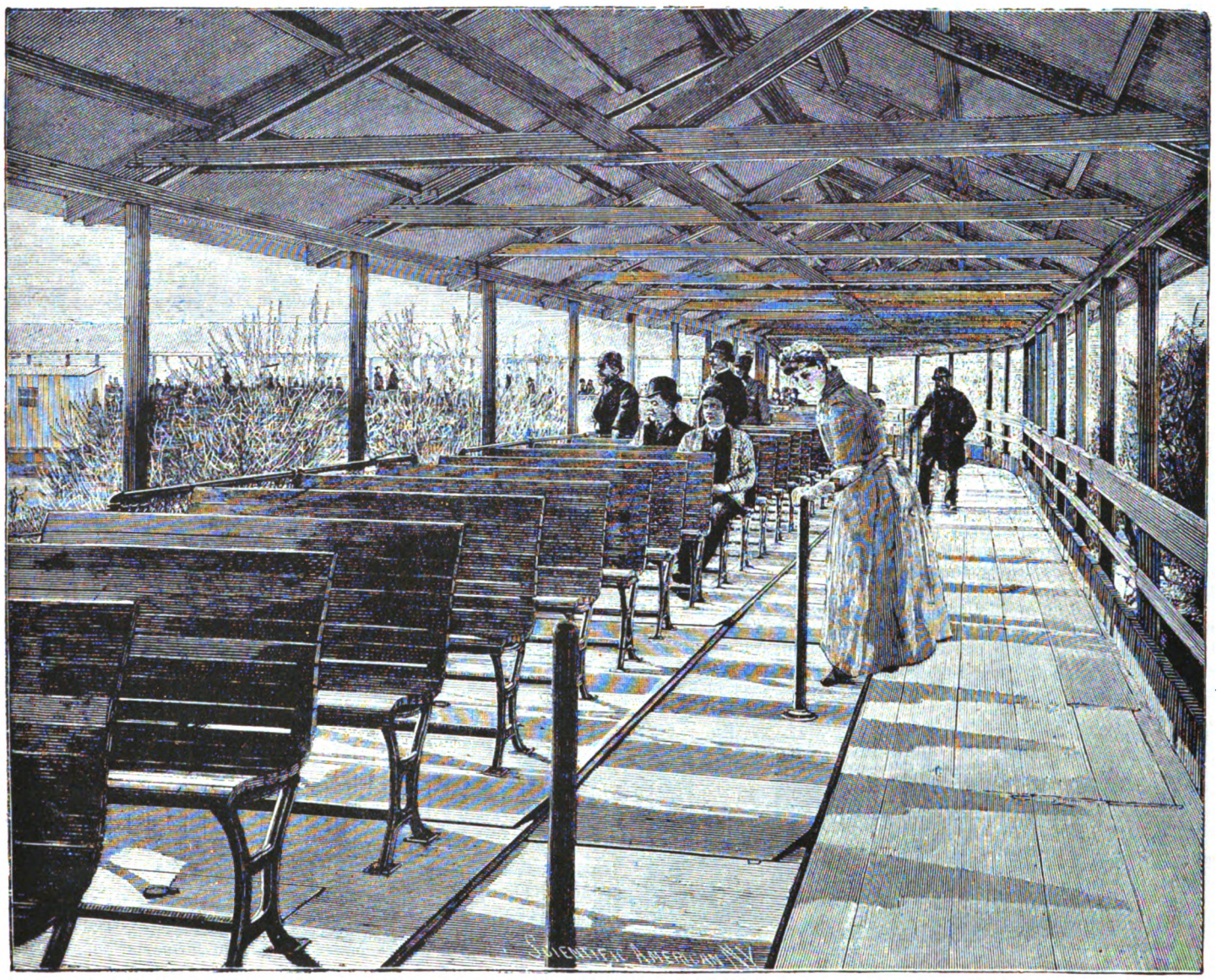


Fig. 1. — Vue intérieure du chemin de fer à trottoirs mobiles. Ligne d'essai du Jackson Park, à Chicago.

Il suffit donc de juxtaposer des trottoirs ayant des vitesses de 5, 10, 15 kilomètres à l'heure, pour faire arriver des promeneurs, sans que les planchers aient à s'arrêter, par passages successifs d'un plancher à l'autre, du trottoir fixe sur ceux animés de vitesses croissantes.

Il y a divers moyens pour imprimer ces vitesses croissantes à des trottoirs juxtaposés, formant des circuits fermés.

La solution qui a été adoptée pour le cas où il ne s'agit que de deux plates-formes, dont l'une doit se déplacer avec une vitesse double de celle de l'autre, est la suivante :

Des traverses *m* (fig. 2) s'appuient sur les boîtes *kk* des essieux de trucks, munis de roues *bb*, roulant sur les rails *aa*. Ces traverses se déplaceront alors avec la même vitesse que les essieux ou les trucks dont ils font partie. Elles supportent le plancher *s*, qui est le plancher à faible vitesse et auquel on accède directement du trottoir immobile.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 7, p. 106, et n° 8, p. 121.

Digitized by Google

Pour servir de poignées ou d'appuis aux personnes peu agiles ou hésitantes, voulant monter sur le trottoir mobile, il y a, de distance en distance, des parapets ou des montants *j*.

Ce plancher *s* (fig. 2), se déplace à la vitesse d'environ 5 kilomètres, il ne sert que de passage, et n'aura donc qu'une faible largeur ; elle est prévue à 0m 82.

Pour imprimer la vitesse double au plancher voisin *p*, recouvrant le premier de 0m 10 et ayant sa surface à 5 centimètres au-dessus de

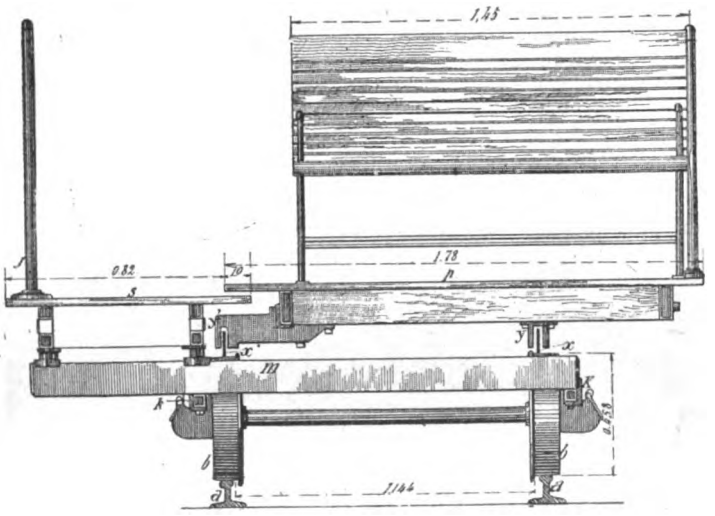


Fig. 2. — Elévation latérale des plates-formes et du truck.

celle du plancher *s*, les traverses qui le supportent sont munies à leur face inférieure de deux rails *xx*, fixés dans les sabots *yy*. Ces rails sont des fers plats, ne présentant pas de rigidité dans le sens transversal, pour pouvoir facilement prendre les courbures correspondant aux rayons suivant lesquels la voie des trottoirs mobiles est tracée; ils reposent sur les bandages des roues *bb*. Par le fait du roulement, les rails *xx* et, avec eux, les traverses du plancher *p* se déplacent donc d'autant, par rapport aux essieux, et dès lors par rapport aux traverses du plancher *s*, que ceux-ci se déplacent par rapport aux rails *aa*; la vitesse de la plate-forme *p* est donc le double de celle de la plate-forme *s*, soit environ 10 kilomètres à l'heure.

C'est sur cette plate-forme à marche rapide que s'effectuent les voyages; aussi sa largeur est-elle plus considérable. Elle a 1m 78 entre bords et porte des bancs transversaux de 1m 45, présentant donc trois sièges.

Lorsqu'il s'agit de multiplier au delà du double la vitesse de la première plate-forme, MM. Silsbee et Schmidt indiquent, dans la description de leur brevet, qu'ils peuvent y arriver en fixant sur le prolongement de l'essieu, des roues de diamètre supérieur à celui des roues supportant les deux premières plates-formes. Toutes ces plates-formes

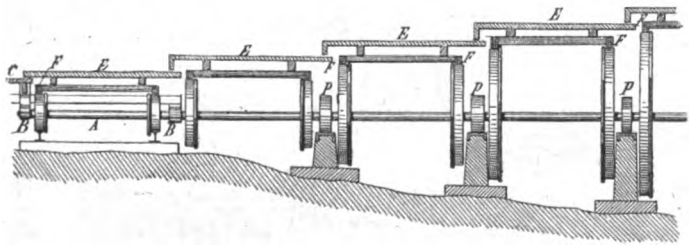


Fig. 3. — Disposition proposée pour la multiplication des vitesses.

E, E, E (fig. 3), seront supportées par des rails F, F, F, portant sur les jantes des roues; la vitesse qu'elles prendront sera donc proportionnelle aux diamètres de ces roues.

Le rapport des vitesses sera toujours de 1 à 2 entre la plate-forme C, qui porte sur les boîtes B de l'essieu A, et la première des plates-formes E ; tandis que les vitesses relatives des plates-formes E, E, E ne dépendent que des diamètres des roues calées sur le même essieu, et peuvent être réglées à volonté.

Pour que l'essieu prolongé soit apte à supporter les plates-formes, il se trouve muni de poulies P, P, P, roulant sur des rails. Il va de soi que plus on multiplie le nombre de trottoirs mobiles, plus il faudra éviter les faibles rayons dans le tracé du chemin de fer, formant ainsi qu'il a été dit, un circuit fermé.

Avant de poursuivre l'idée d'utiliser leur chemin de fer à multiples vitesses pour le transport des visiteurs de l'Exposition de 1893, les promoteurs de cette entreprise ont exécuté dans le Jackson-Park (fig. 1) de Chicago, à titre d'essai, des trottoirs mobiles présentant en plan une ellipse de 275 mètres de longueur avec des rayons descendant jusqu'à 23 mètres. Le premier trottoir se déplaçait avec une vitesse de 4 kilomètres ; le second, à grande vitesse, faisait donc 8 kilomètres à l'heure.

L'ouverture de cette ligne d'essai a eu lieu le 25 novembre 1891, et pendant les quelques semaines que durèrent les essais, plus de dix mille personnes des deux sexes et de tout âge ont été transportées sans qu'il y ait eu le moindre accident.

Les principaux avantages que MM. Silsbee et Schmidt font valoir en faveur des trottoirs à multiples vitesses, sont les suivants :

Légèreté et, par suite, bon marché de la construction. Contrairement à ce qu'avait proposé M. Hénard, les Américains ne songent pas à placer leurs trottoirs au niveau des routes. Ils font le chemin de fer aérien, et la répartition des charges sur toute la longueur de la voie, au lieu d'être concentrée dans quelques trains lourds, leur permet de réduire les dimensions de tous les éléments de la construction;

Flexibilité du train au point de vue des déclivités et des courbes. Les plates-formes supportées par les trucks et châssis indépendants constituent une chaîne continue et flexible, le long de laquelle les moteurs peuvent être répartis et multipliés à volonté. La multiplicité des moteurs (il y en avait trois sur la ligne d'essai) rend l'application de l'électricité tout indiquée ;

Facilité de l'installation du chauffage. Tandis qu'avec les voitures circulant isolément on n'arrive pas à établir un chauffage rationnel, il est possible d'installer le chauffage à la vapeur ou à l'eau chaude sur des plates-formes présentant l'avantage de la continuité ;

Suppression des arrêts pour prendre ou pour laisser des voyageurs. Au lieu d'interrompre le mouvement chaque fois que l'on arrive à une station, les voyageurs arrivés au terme de leur voyage n'ont qu'à passer de la plate-forme rapide à celle à marche lente pour pouvoir quitter le chemin de fer, et ceux qui veulent prendre le train n'ont qu'à monter sur cette dernière plate-forme pour prendre, et toujours sans que le mouvement général subisse le moindre arrêt, leur place sur la plate-forme rapide. Cela évite à la fois les pertes de temps, les chocs et l'usure du matériel et les pertes de force pour le démarrage ;

L'augmentation de la capacité de transport est enfin relevée comme l'un des grands avantages de ce système de locomotion. En comptant un banc par mètre courant de la plate-forme rapide, marchant à dix kilomètres de vitesse, on voit que 10 000 bancs, soit 30 000 voyageurs assis pourront passer en une heure devant chaque point du trajet. Ce chiffre frappe en effet, et, pour le faire bien apprécier, on signale que le tramway à câble, qui fonctionne très bien à Chicago, ne peut guère suffire pour le transport de 12 000 voyageurs par heure.

Le fait que l'adoption du système des plates-formes à vitesses multiples permet à tout voyageur de monter, dès son arrivée en gare et sans un moment d'attente, sur le véhicule qui le mène à destination, conduit les promoteurs de ce nouveau moyen de transport à lui prédire un rôle important dans les transports urbains. La multiplication des stations n'entraînera pas, avec ce système de chemin de fer, une diminution de la vitesse de transport, et il suffira d'établir des escaliers, et près de chaque escalier d'accès un guichet,

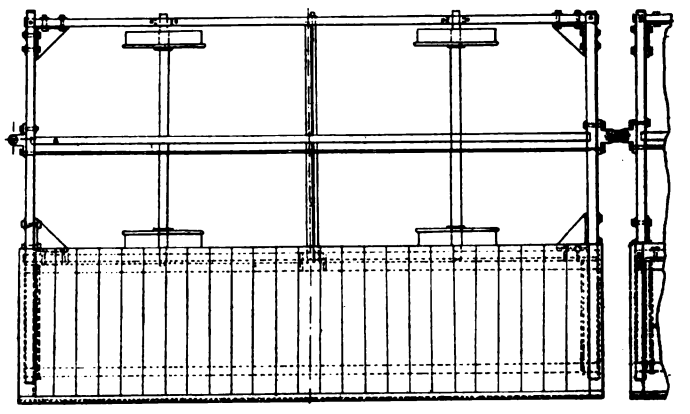


Fig. 4. — Plan du truck et de la plate-forme à marche lente.

où tout voyageur qui pénètrera sur la plate-forme fixe déposera le prix unique du transport, pour multiplier les gares, c'est-à-dire les points auxquels le chemin de fer peut prendre et laisser des voyageurs. La plate-forme fixe qui longe la plate-forme lente suffira d'autant plus à remplacer les salles d'attente, qu'il n'y aura nul motif pour stationner avant le départ.

La vitesse de marche de dix kilomètres, qui est à la fois la vitesse effective du voyage, est considérée comme suffisante ; mais si l'on

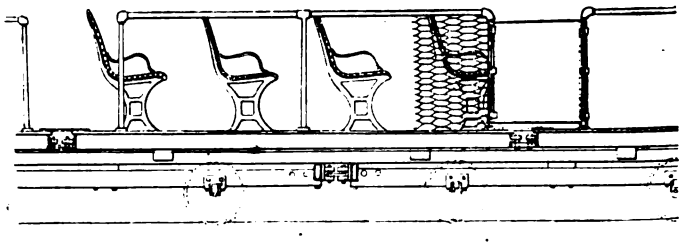


Fig. 5. — Elévation latérale de la plate-forme à marche rapide.

voulait l'augmenter, on n'aurait qu'à ajouter une troisième plate-forme, de la façon indiquée ci-dessus. On a du reste fait des essais sur la possibilité d'augmenter la vitesse tout en s'en tenant à deux trottoirs mobiles. La vitesse de la plate-forme lente a été portée à

Digitized by Google

environ 14 kilomètres et demi, ce qui imprimait à la plate-forme rapide une vitesse d'environ 29 kilomètres, et les personnes qui ont assisté à cet essai furent étonnées du peu de difficulté que présentait le passage de plate-forme en plate-forme. Il a néanmoins été décidé de s'en tenir à 5 kilomètres comme différence de vitesse entre les plates-formes consécutives.

Les wagons ou trucks (fig. 4) qui supportent le trottoir à marche lente sont à deux essieux, espacés de $1^m 75$; les châssis, de construction très simple, ont $3^m 66$ de longueur. La voie mesure $1^m 44$ entre bords intérieurs des rails, et les roues, en fonte coulée en coquille, ont $0^m 458$ de diamètre. Les essieux n'ont pas besoin d'être forts, car la plate-forme rapide, qui constitue la majeure partie de la charge, porte directement sur le haut des roues. Le diamètre des essieux n'est que de 48 millimètres.

Les cadres formant la plate-forme à marche rapide (fig. 5) ont également $3^m 66$ de long. La largeur du plancher qu'ils supportent est de $1^m 78$. Les rails au moyen desquels ils reposent sur les roues des trucks sont en acier ; ils ont 102 millimètres de hauteur, mais leur largeur n'est que de 13 millimètres, pour leur assurer la flexibilité indispensable pour le passage par les courbes.

Le porte-à-faux de la plate-forme à marche lente ne compromet pas la stabilité des trucks, car si la plate-forme à marche rapide présente moins de surplomb du côté opposé, elle est, par contre, plus lourde.

Les attelages des trucks et des plates-formes à marche rapide sont situés dans l'axe de la voie. Pour permettre le passage par les courbes, ces attelages assurent un intervalle de $0^m 22$ entre les faces des châssis.

Toutes les précautions sont prises pour prévenir les accidents qui pourraient résulter des déplacements réciproques des planchers : ainsi que le montrent les dessins, la différence de niveau des plates-formes successives n'est que d'environ 5 centimètres. Quelque faible que soit le jeu laissé entre les planchers qui se recouvrent, on fixe néanmoins une bande de caoutchouc contre le bord surplombant de chaque trottoir mobile pour prévenir l'introduction des pieds dans les joints.

Pour établir, malgré l'espacement des châssis qui les supportent, la continuité des planchers, des panneaux fixés au moyen de charnières, recouvrent ces intervalles.

De plus, pour prévenir la chute des voyageurs, un garde-corps avec treillage est établi le long du bord de la plate-forme rapide, du côté opposé à celle à marche lente.

Il nous reste à parler du mode de traction :

Les plates-formes mobiles sont, ainsi qu'il a été dit, soutenues sur toute leur longueur par des trucks, formant une chaîne continue. De distance en distance, certains de ces trucks sont munis d'appareils rendant leurs roues motrices. C'est à l'électricité qu'on a recours à cette fin. Le câble qui amène le courant est fixé sous la plate-forme à marche lente et les rails de la voie sur laquelle roulent les trucks, servent de conduite de retour, moyennant des appareils de contact analogues à ceux des tramways électriques.

Les moteurs électriques sont fixés dans les châssis et transmettent au moyen d'engrenages le mouvement aux essieux des trucks moteurs. La mise en marche ou l'arrêt de tous les moteurs peut être commandé simultanément au moyen d'un commutateur. Des générateurs Thomson-Houston ont servi dans l'installation d'essai dont il a été parlé ci-dessus.

Sur les 75 trucks mis en circulation sur ce chemin de fer d'essai, trois étaient des moteurs, portant chacun deux moteurs Thomson-Houston de 15 chevaux, ce qui correspondait donc à 90 chevaux en tout.

Fig. 6. — Projet de chemin de fer métropolitain aérien à trottoirs multiples, à Chicago.

Les machines à vapeur servant à activer les appareils se trouvaient à proximité du chemin de fer.

Pour éviter les déraillements, les trucks moteurs agissent en tirant les trucks qui les suivent et non pas en poussant ceux qui sont devant eux. Pour assurer ce mode d'action, l'attelage des trucks moteurs aux trucks qui se trouvent derrière eux, est invariable, c'est-à-dire pareil à celui entre les divers trucks, tandis que l'assemblage avec le truck qui se trouve en avant de chaque moteur est effectué au moyen d'un chaînon laissant un libre jeu d'environ $0^m 15$. Des cornières fixées contre le trottoir à marche lente et des contre-rails établis dans les parties courbes de la voie des trucks, mettent la plate-forme rapide et celle qui ne se meut qu'à faible vitesse absolument à l'abri des déraillements.

Le bon marché de l'établissement d'un chemin de fer à vitesses multiples, invoqué par les partisans du système, résulte d'après eux du fait que l'infrastructure, c'est-à-dire les supports métalliques, peuvent être moins forts que ceux nécessités pour tout autre chemin de fer aérien, et que, pour la même capacité de transport, le matériel roulant des chemins de fer ordinaires coûte plus cher que les trucks et plates-formes qui constituent le matériel roulant d'un chemin de fer à vitesses multiples.

L'économie au point de vue de l'entretien et des frais de traction, venant se joindre à celle sur les frais de premier établissement, les

Digitized by Google

promoteurs de ce nouveau moyen de transport ne doutent pas qu'il n'arrive à remplacer les autres systèmes employés pour les chemins de fer métropolitains.

La figure 7 montre la disposition proposée pour un chemin de fer à trottoirs mobiles établi dans une rue. Au lieu de disposer les sièges, comme sur la ligne d'essai, en sens transversal, on emploie la dispo-

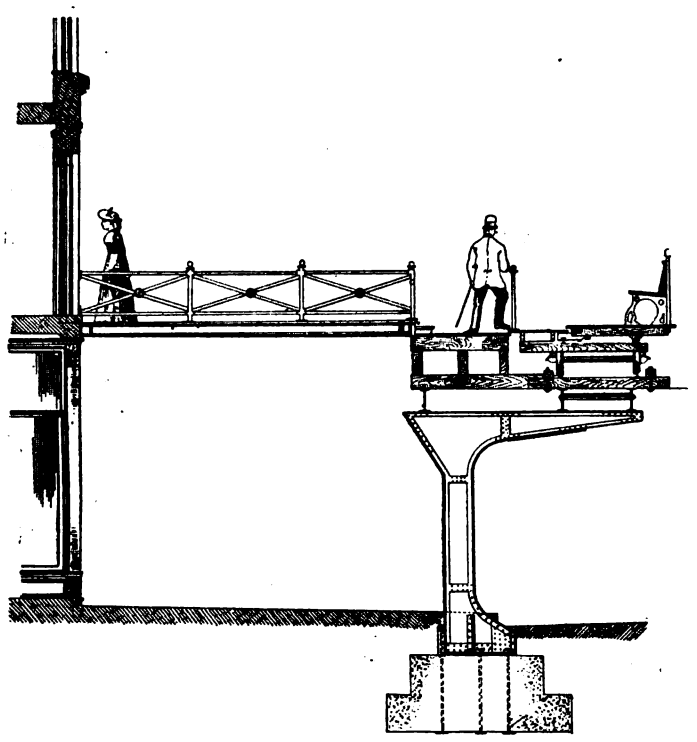


Fig. 7. — Coupe transversale d'un chemin de fer à trottoirs mobiles établi dans une rue.

sition correspondant à une rangée de sièges le long du bord de la plate-forme rapide.

Dans les rues très larges, les transports pourront s'effectuer dans les deux sens ; dans les voies moins larges, on passerait pour le retour par des rues parallèles.

La figure 6 montre la disposition proposée pour le premier de ces cas, dans l'une des grandes rues de Chicago.

Eu égard à la répartition des charges due au système des plates-formes, on estime que de simples colonnes, espacées d'environ 5 mètres et reliées par des poutres d'environ 0m 35 à 0m 40 de hauteur, pourront suffire pour former l'infrastructure.

Quant au matériel roulant, suffisant pour faire passer plus de 30 000 voyageurs par heure, il coûte, d'après l'expérience faite, environ 115 000 francs par kilomètre. Or, pour transporter ce nombre de voyageurs au moyen de voitures d'une capacité de 60 places, il faut faire partir 500 voitures par heure, ce qui, en espaçant les départs d'environ 2 minutes, conduit à des trains d'environ 17 voitures. En admettant le prix de 15000 francs par voiture, on voit que chaque train coûterait, non compris la locomotive, environ 155 000 francs, donc plus que le matériel des plates-formes par kilomètre. Même en admettant pour les trains une vitesse de marche double de celle de la plate-forme rapide, la vitesse de transport effective ne sera pas, à cause des nombreux arrêts, majorée dans le même rapport, et il faudra compter presque deux trains comme équivalent d'un kilomètre de trottoirs mobiles.

Pour démontrer l'économie au point de vue de l'entretien et de la traction, on fait valoir le fait des vitesses relativement faibles, permettant néanmoins des transports assez rapides et l'absence des arrêts si nuisibles au matériel et absorbant beaucoup de force.

En se basant, d'une part, sur les observations faites sur les tramways à câble, d'autre part sur celles faites sur la ligne d'essai des trottoirs mobiles, ayant démontré qu'il fallait $^3/_{100}$ de force de cheval par voyageur, les promoteurs du nouveau système de transports concluent que la traction par câble demande cinq fois plus de force.

Les moteurs utilisés pour la traction des plates-formes du chemin de fer d'essai de Jackson-Park ont coûté environ 250 francs par force de cheval, et l'installation des conduites et commutateurs d'électricité dans les plates-formes environ 2 650 francs par kilomètre.

Bien que des chiffres tirés d'un essai fait sur une faible étendue et pendant une courte durée soient loin d'être concluants, il faut féliciter les inventeurs de ce nouveau mode de transport, MM. l'Ingénieur M. L. Schmidt et l'architecte J.-L. Silsbee, d'avoir bien réussi dans cet essai, car, à première vue, le moyen qu'ils proposent pour transporter de grandes quantités de voyageurs, tout en paraissant intéressant, n'inspire pas, à cause de son originalité, la confiance que donnent les faits acquis par l'expérience de Jackson-Park.

Avant que les chemins de fer à vitesses multiples ne trouvent des applications pour les transports métropolitains, nous pensons qu'ils devront avoir obtenu des succès concluants à l'Exposition de Chicago.

Ernest Pontzen.

TRAVAUX PUBLICS

RESTAURATION DU PONT-CANAL DE LA TEYSSONNE

Canal de Roanne à Digoin.

La ligne de navigation latérale à la Loire qui s'étend de Briare à Roanne, se développe toujours au pied de la rive droite du fleuve depuis les environs immédiats de Briare jusqu'à son extrémité amont. Cette ligne, pénétrant dans une région de plus en plus accidentée à mesure qu'elle se rapproche du plateau central de la France, coupe des vallées secondaires par rapport à la Loire, fort encaissée déjà dans la région qui s'étend entre Digoin et Roanne ; d'où la nécessité de l'établissement de ponts-canaux remarquables, non par leur débouché total, mais par leur assez grande hauteur au-dessus des affluents de la Loire et des voies de terre dont ils assurent le passage sous le canal.

Ces ouvrages sont soumis à des causes de destruction particulièrement actives, en raison des filtrations qui se produisent toujours dans les maçonneries les mieux faites lorsqu'elles sont soumises à une forte charge d'eau. Il est bien difficile, en effet, que la contraction ou la dilatation des maçonneries lors des variations de température n'en-

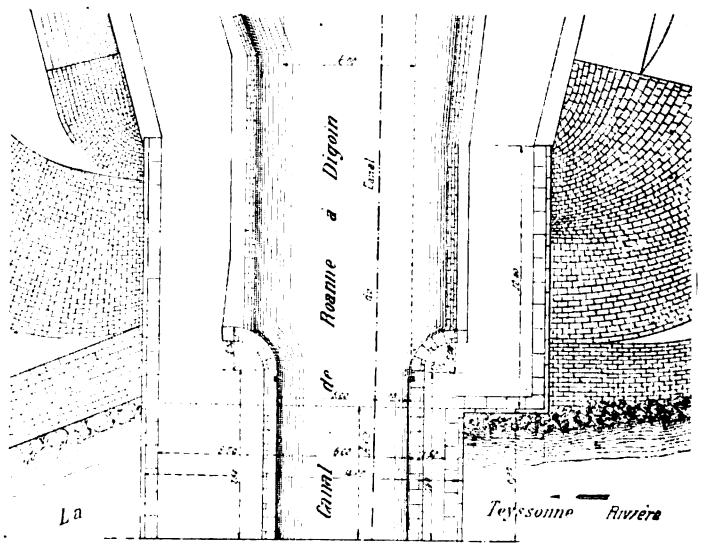
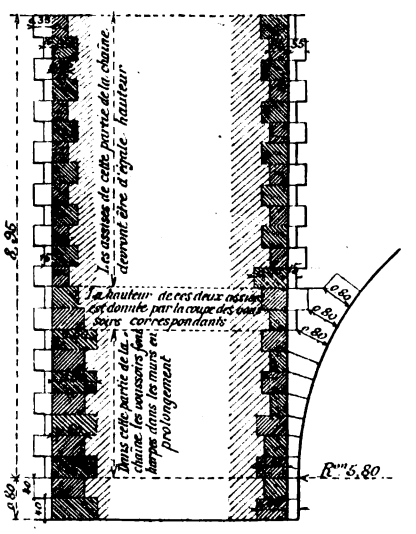


Fig. 1. — Demi-plan de détail.

trainent pas la formation de légères fissures dans les massifs de maçonneries. Telle est, assurément, l'origine des suintements que présentent le plus souvent les hautes digues en maçonneries comme les grands ponts-canaux.

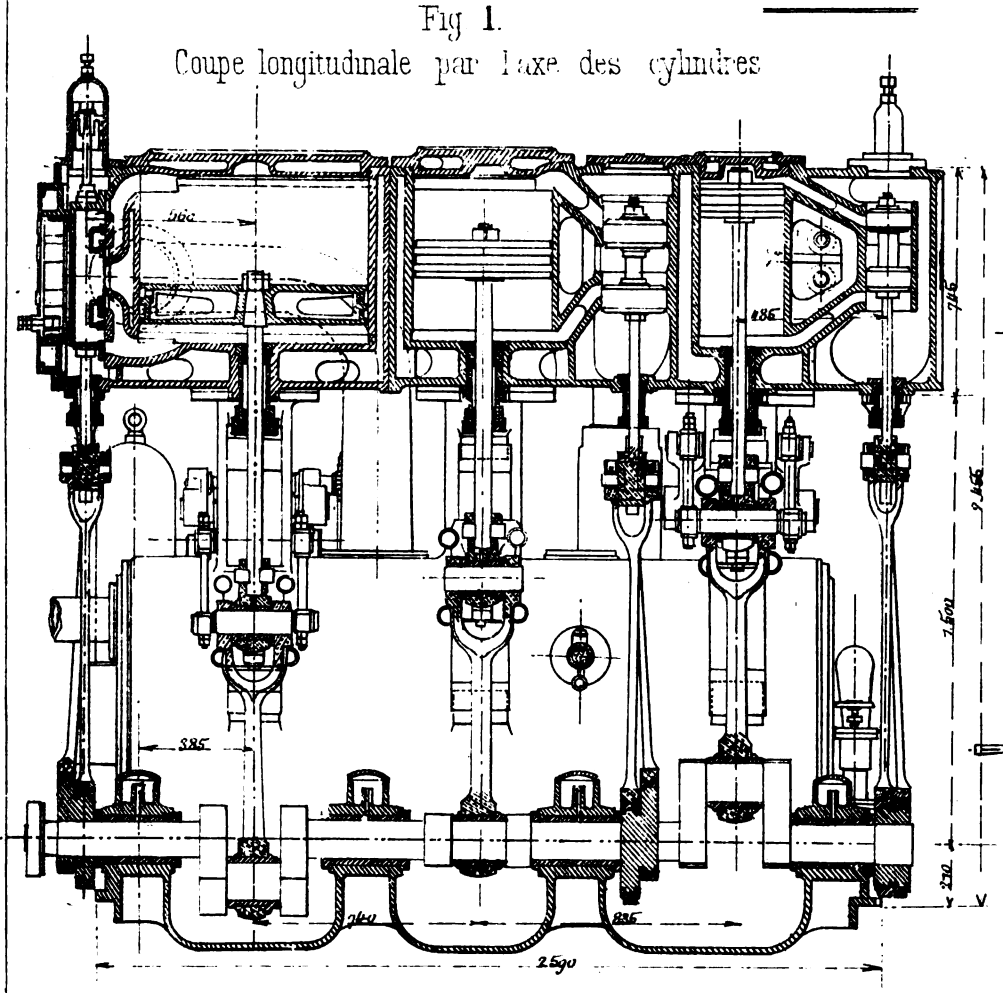
On avait d'abord pensé pouvoir mettre les ponts-canaux à l'abri de ces inconvénients en recouvrant leurs maçonneries d'une chape en asphalte. L'expérience ne semble pas avoir démontré le succès de cette mesure ; au contraire, il semble que la substitution de chapes en asphalte à des chapes en ciment, ait, dans bien des cas, aggravé le mal auquel on voulait remédier, et le Service des Ponts et Chaussées a dû revenir aux chapes en ciment lissé sur béton fin.


Les dosses de cette pierre de la chaine devront être d'égale hauteur
La hauteur de ces deux assises est donnée par la coupe des cours sous correspondants
Dans cette partie de la chaine les voussoirs font harpe dans les murs en prolongement
8,35
2,80
2,80
2,80
2,80
2,40
2,40
2,40

MACHINE MARINE À TRIPLE EXPANSION DE 220 CHEVAUX.

MM. J. Boulet et Cie Constructeurs, à PARIS.

Fig 1.
Coupe longitudinale par l'axe des cylindres



Vue de face de l'Avant
Fig. 3

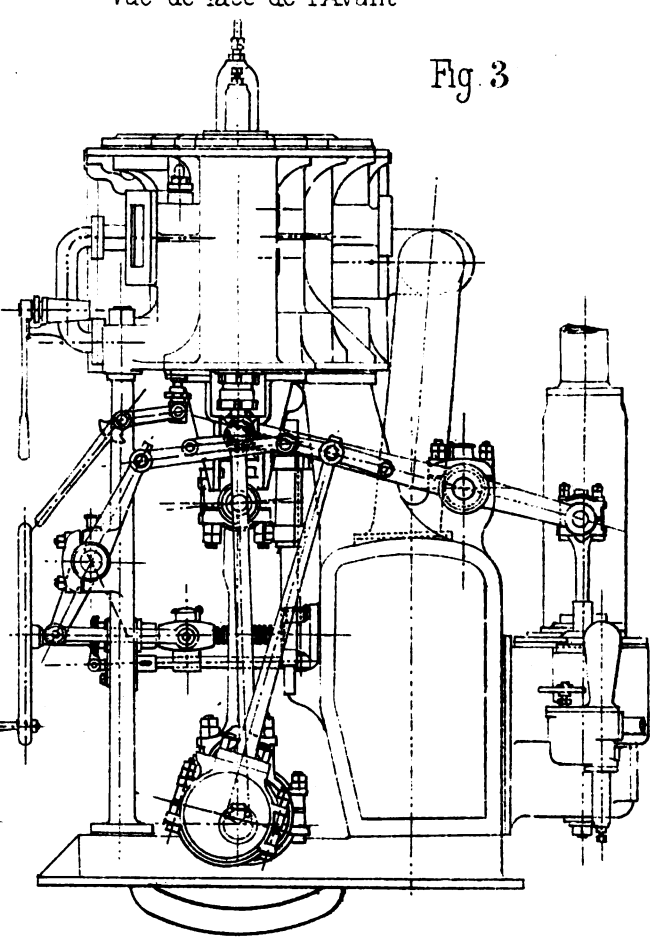
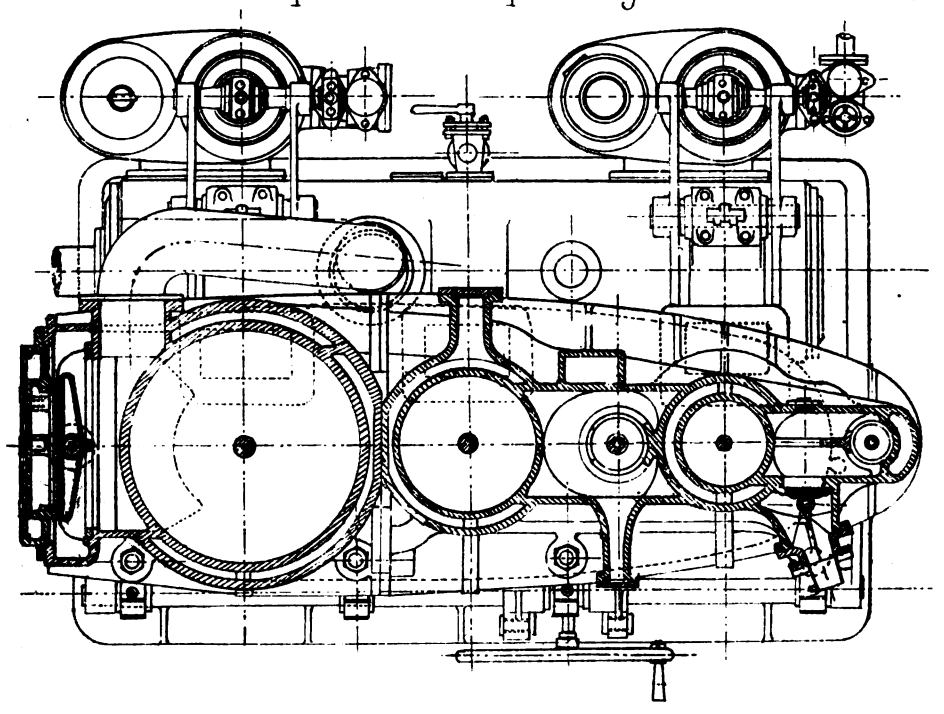
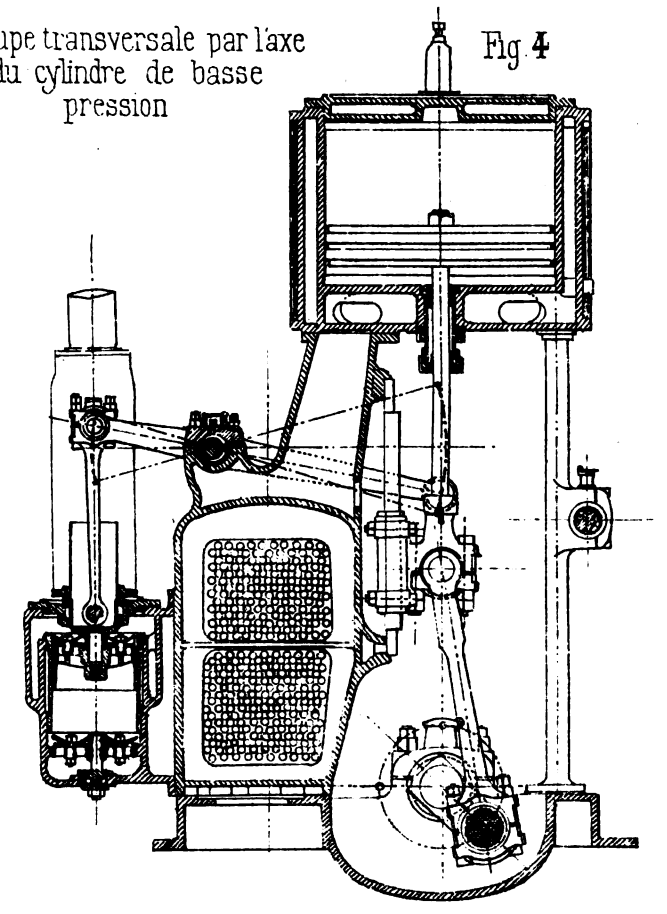


Fig. 2
Coupe horizontale par les cylindres



Coupe transversale par l'axe du cylindre de basse pression
Fig. 4



HUGEL Del

Digitized by Google

Digitized by Google

les parements extérieurs ne s'étaient pas agrandies avec le temps, de sorte qu'en fermant ces fissures à leur origine sur le parement de la cuvette, et, d'autre part, en renouvelant les parements, on pouvait espérer remettre l'ouvrage à neuf pour une dépense relativement peu élevée, alors que sa reconstruction totale eût coûté de 70 à 80 000 francs.

La reconstruction de parements détériorés au moyen de maçonnerie neuve à mortier de ciment, ne subissant par suite aucun retrait, est une opération courante et qui réussit généralement quand on y apporte le soin nécessaire. Mais, ce qui est plus rare, c'est la reconstruction dans ces mêmes conditions d'un parement de douelle dans une voûte de 12 mètres d'ouverture en plein cintre, et avec cette condition que l'on ne pouvait disposer que de 40 jours de chômage, c'est-à-dire de mise à sec du canal ; en dehors de cette période de 40 jours rigoureusement fixée par décision du Ministre en raison des nécessités de l'exploitation, le canal devait être en eau, c'est-à-dire présenter une tenue d'eau de 1m 60 et sans compter le danger de démolir partiellement un ouvrage situé au-dessous d'un bief plein, il devenait impossible d'exécuter des maçonneries fraîches exposées à l'action directe des suintements.

douelle les plus éloignées de la surface extérieure des maçonneries, parce que la pierre s'était trouvée là en partie soustraite aux influences atmosphériques.

Au surplus, le remplacement des anciens voussoirs devait avoir lieu à la demande des parties avariées.

Pour effectuer le remplacement de ces moellons de la douelle, on avait prévu l'établissement d'un cintre analogue à celui qui avait servi à la construction de la voûte; seulement, on ne devait poser les couchis que par rangées horizontales successives correspondant à un rang de voussoirs, et, au fur à mesure, après avoir repiqué l'ancienne voûte avariée sur un rang de voussoirs, on avait à poser un rang de voussoirs neufs.

Ce travail ne présentait des difficultés que pour les rangs de moellons voisins de la clef.

Tous ces moellons smillés et boutisses devaient provenir des carrières du département de Saône-et-Loire et être en pierre calcaire dure et absolument à l'abri de la gelée.

Les voussoirs de tête de la voûte, soit à l'amont, soit à l'aval, étaient très attaqués et on avait prévu leur remplacement intégral par un nouveau bandeau constitué de pierres granitiques.

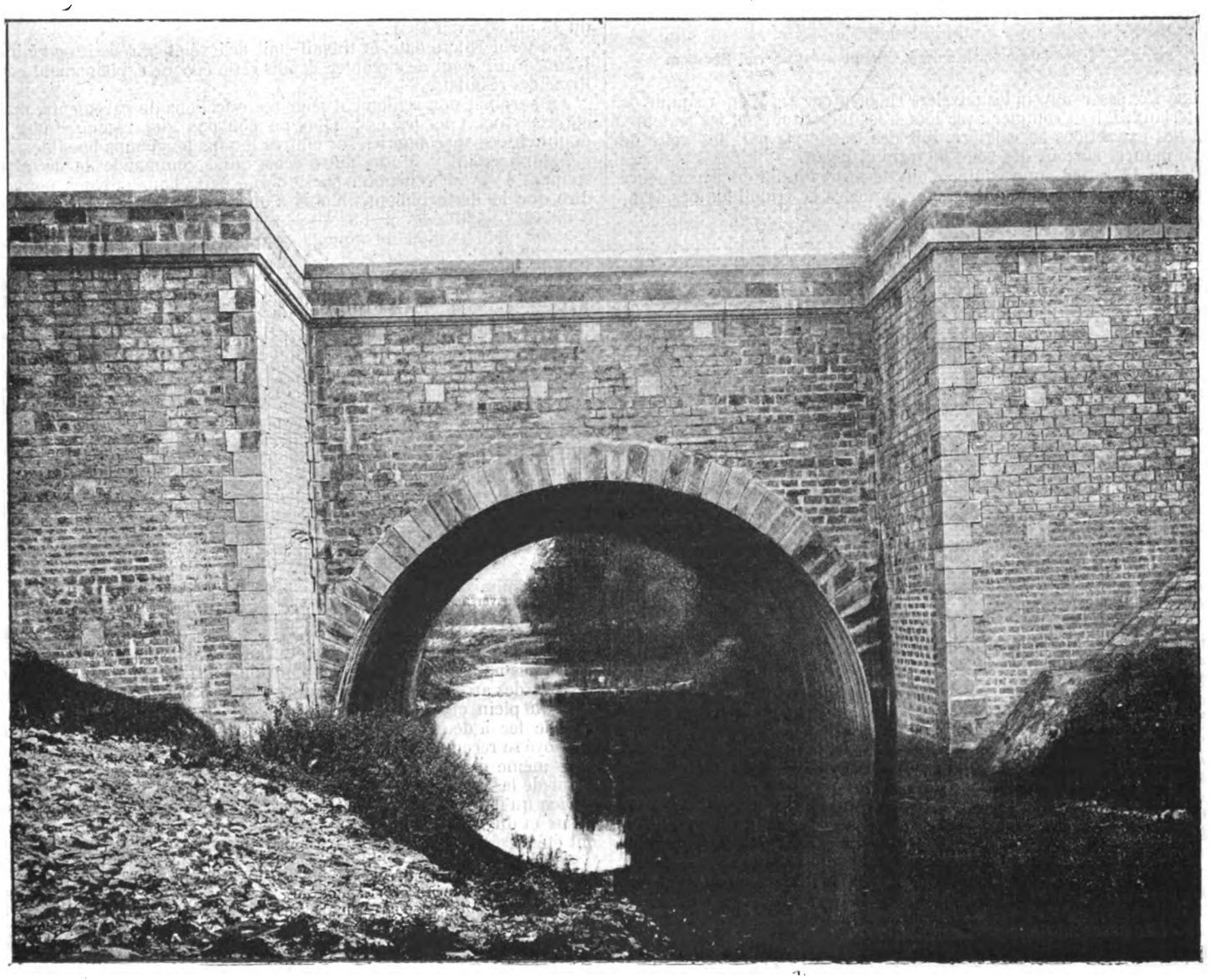


Fig. 3. — Vue du pont canal de la Teyssonne après sa restauration (canal de Roanne à Digoin).

Il y avait donc là un travail particulièrement intéressant au double point de vue de son mode d'exécution et de la rapidité avec laquelle il devait être conduit.

Le projet présenté en date du 2 mars 1889 à l'Administration, approuvé en date du 5 avril 1889 et adjugé le 17 juillet suivant, prévoyait :

1° La reconstruction des parements de tête sur l'épaisseur d'un moellon smillé, soit 0m 35, en y ajoutant des boutisses de 0m 80 de queue à raison de 2 par mètre superficiel, afin d'assurer la liaison des parements nouveaux avec les maçonneries anciennes. Ces boutisses forment d'ailleurs un motif d'ornementation simple et sévère du parement de cet ouvrage nécessairement massif;

2° La reconstruction du parement de douelle sur une épaisseur d'un moellon smillé pour voûte, soit 0m 40 en moyenne.

Mais, afin d'assurer la liaison de la douelle nouvelle avec l'ancienne douelle, on avait prévu des assises alternatives de 0m 35 et de 0m 50, et on avait admis que le nouvel intrados serait construit suivant un rayon uniformément raccourci de 0m 20 par rapport au rayon primitif.

On pouvait en effet conserver les parties des voussoirs de l'ancienne

Les dessins ci-joints (fig. 1 à 5) indiquent toutes les dispositions du projet qui comportait, pour faciliter l'exécution des travaux, une réduction insignifiante de l'arche.

Le détail estimatif se résumait ainsi :

Dépenses à l'entreprise	Fr.	20.409 21
Somme à valoir		2.590 79
TOTAL	Fr.	23.000 »

Les travaux ayant été adjugés avec 6 % de rabais, les dépenses autorisées s'établirent ainsi :

Travaux à l'entreprise	Fr.	19.184 66
Somme à valoir		2.590 79
TOTAL	Fr.	21.775 45

Dans ce travail n'était pas comprise la réfection de la chape exécutée en 1889, et qui avait eu pour résultat de supprimer presque

Digitized by Google

entièrement les filtrations. Mais il s'agissait de réparer le mal déjà produit.

Les travaux furent exécutés exactement suivant les prévisions du projet, soit comme dispositions de détail, soit comme mode d'exécution.

Le chômage officiel de 1890 a eu lieu du 23 juillet au 1er septembre.

Depuis l'adjudication jusqu'au début du chômage, on avait réuni à pied-d'œuvre tous les matériaux nécessaires, et c'est là une condition particulière aux travaux de navigation, essentielle à ces travaux. Le temps du chômage est trop court et trop précieux pour qu'on

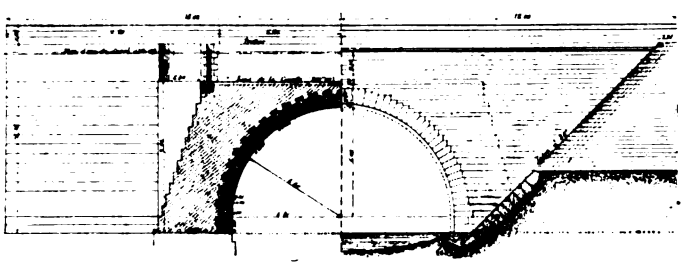


Fig. 4. — Coupe longitudinale suivant l'axe du canal et demi-élévation.

puisse s'exposer à voir les ouvriers chômer par suite du manque de matériaux. Il faut compter avec toutes les incertitudes et les lenteurs, soit des extractions en carrière, soit des transports par des voies de toute nature, surtout des voies de terre et d'eau.

Dès le 11 juillet, une équipe d'ouvriers fut réunie en permanence sur le chantier, et le 21 juillet, on commença la démolition des parapets, et quelques jours après, le 24, la démolition des parements de tympans et le piquage de la voûte.

Ces démolitions étaient terminées le 6 août pour les tympans et le 20 pour la voûte.

Mais, dès le 8 août, le revêtement de la voûte avait été commencé, et à ce moment le chantier comportait un effectif de pleine marche s'élevant à quarante ouvriers environ, puis quelques jours après à quarante-cinq, lorsque l'on commençait le 14 août la pose des cintres.

On conçoit, en effet, qu'on avait pu effectuer le revêtement de la voûte sans le secours d'aucun cintre depuis les naissances jusqu'à l'angle de glissement, c'est-à-dire sur près du tiers de la surface de la voûte en plein cintre.

La pose des cintres fut terminée le 19 août ; le revêtement de la douelle terminé aux trois quarts le 25 août, et complètement le 2 septembre, au moment de la remise effective en eau.

La reconstruction des bandeaux de tête et des tympans de la voûte fut également poussée avec vigueur et conduite de manière à ce qu'au moment de la remise effective d'eau, les parements fussent terminés jusqu'au niveau du plan d'eau.

Il ne restait plus à ce moment qu'à poser les plinthes, à reconstruire les parapets et à terminer les parements des murs en retour ; mais l'ouvrage même, avec sa restauration inachevée, pouvait assurer la circulation des bateaux en toute sécurité : le nouvel intrados reposait sur ses cintres.

Un mois après, au commencement d'octobre, il ne restait plus à exécuter que quelques parachèvements et, en outre, les rejointoiements renvoyés nécessairement à la campagne 1891, vu l'avancement de la saison.

Le reste du mois d'octobre 1890 fut employé à refaire en partie les quarts de cône.

Ainsi qu'on le voit par les dessins, les cintres avaient été établis solidement et, en outre, de manière à ne pas opposer d'obstacles au passage des crues de la petite rivière la Teyssonne, à régime torrentiel, comme tous ces affluents de la Loire qui descendent de la chaîne élevée séparant les bassins de la Loire et de l'Allier.

Ils se comportèrent bien jusqu'au 15 avril 1891, époque à laquelle on procéda au décintrement.

Le nouveau parement d'intrados était donc resté un peu plus de six mois sur cintres.

Aucune lézarde, aucune fissure ne se produisit, aucun décollement ne fut observé et les renjointoiements s'effectuèrent en bonne saison du 15 au 30 avril 1891.

A cette dernière date, le travail était achevé et sa réussite certaine. L'année qui vient de s'écouler depuis cette époque a pleinement confirmé ces résultats.

Au surplus, non seulement pour ces réfections de parements, mais encore, dans tous les cas, nous ne pouvons que recommander le maintien des maçonneries sur cintres le plus longtemps possible.

Assurément il y a une autre école qui recommande le décintrement à brève échéance. Mais, d'une part, nous croyons pouvoir dire que le décintrement, moins d'un mois après le clavage d'une voûte, constitue une imprudence et, d'autre part, nous avons décintré trois mois après le clavage sans pouvoir constater le moindre mouvement des arches à culées perdues, se rapprochant à quelques degrés près du plein cintre de 23 mètres et 18m 40 d'ouverture pour chemin de fer à deux voies. Pratiquement, le système que nous avons employé se recommande donc par ses résultats dans le service courant, alors même que ce système n'est pas une nécessité comme au pont-canal de la Teyssonne.

Bien qu'il s'agît d'un travail de sujétion sous le double rapport des délais et du mode d'exécution, les dépenses primitivement prévues ont été en fait dépassées de fort peu :

Le décompte de l'entreprise a été définitivement réglé et accepté par l'entreprise à la somme de . . . . . Fr.	24.035 81
Il a été, en outre, dépensé sur la somme à valoir	2.590 79
TOTAL DES DÉPENSES	26.626 60

On peut avoir par là une idée des travaux spéciaux que comporte le service des canaux.

MAZOYER,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

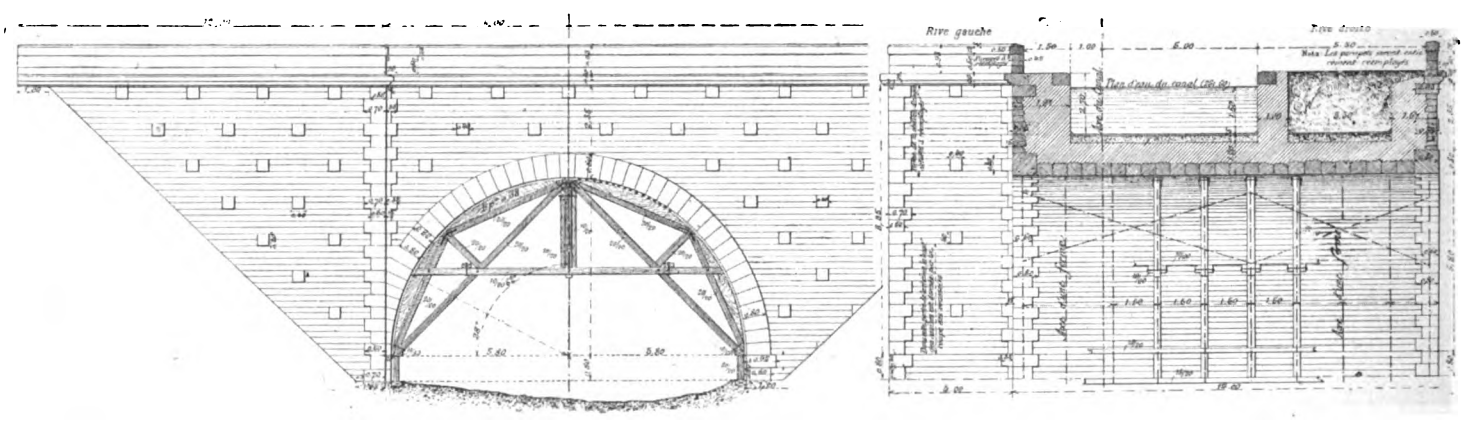


Fig. 5. — Demi-élévation de la tête de gauche et coupe transversale suivant l'axe du pont.

CHEMINS DE FER

LES NOUVEAUX TARIFS DE GRANDE VITESSE
des grandes Compagnies de chemins de fer.

(Suite et fin[1].)

II. — ARTICLES DE MESSAGERIE, MARCHANDISES, DENRÉES. — **Généralités.** — Les éléments qui exercent une influence sur le prix de transport des marchandises, sont la *distance*, le *poids*, la *vitesse* et la *valeur* des marchandises. Nous voyons que ces éléments diffèrent de ceux que nous avons examinés pour les voyageurs.

Les *distances* sont évaluées en kilomètres et la perception de la taxe a lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus ; en d'autres termes, le prix du transport est proportionnel au chemin parcouru. D'après cela, si on prend pour abscisses les distances, pour ordonnées les prix qui y correspondent, la courbe représentative des prix sera une ligne droite. Dans certains tarifs, notamment dans celui du tarif général de la petite vitesse de la Compagnie P.-L.-M., à partir de 112 kilomètres la ligne droite cesse et elle est remplacée par des parties horizontales ; de là le nom de tarifs à paliers donné à ces tarifs.

Il existe une relation étroite entre le *poids* de la marchandise et l'effort de traction nécessaire pour la transporter : cet effort augmente avec le poids. L'unité est la tonne de 1 000 kilogr., avec le poids de 10 kilogr. comme sous-multiple. La perception des prix est effectuée par fraction indivisible de 10 kilogr., mais de 0 à 10 kilogr. la perception est faite de 0 à 5 kilogr. et de 5 à 10 kilogr. pour la grande vitesse seulement. Dans les tarifs spéciaux et dans certains tarifs étrangers, on trouve encore comme unité le chargement par wagon complet.

La *vitesse* a une très grande importance pour le transport des mar-

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX n° 21, p. 345 ; n° 22, p. 360.

Digitized by Google

chandises. Les prix sont plus élevés pour les transports effectués dans les trains marchant à la vitesse des trains de voyageurs (grande vitesse) que dans les autres (petite vitesse).

La *valeur* des marchandises transportées exerce aussi une influence sur le prix du transport, à cause des dispositions des articles 1 784 du Code civil et 103 du Code de commerce. Pour se couvrir de la responsabilité éventuelle qu'elles encourent, les Compagnies doivent prélever une véritable prime d'assurances sur les marchandises qu'elles transportent, et cette prime, qui est très minime, figure dans le prix du transport. La répartition des marchandises en sept séries, pour les expéditions faites en petite vitesse, a été inspirée en grande partie par l'idée de se couvrir des risques que court la Compagnie. La prime est contenue aussi bien dans les prix de la grande vitesse que dans ceux de la petite, bien qu'elle y soit moins nettement apparente.

Les *tarifs différentiels* sont des tarifs dans lesquels le prix kilométrique du transport diminue quand la distance augmente. Chaque marchandise, comme chaque voyageur, quel que soit le parcours effectué, profite de tous les avantages du chemin de fer. Chaque unité de trafic, voyageur, tonne de marchandise, doit supporter une part égale dans toutes les dépenses qui assurent le bon fonctionnement du chemin de fer, et, de plus, participer aux dépenses dépendantes du trafic proportionnellement au parcours qu'elle doit effectuer. Dans cette manière de voir, chaque unité de trafic devrait payer un droit fixe avant tout transport; c'est ce qui a lieu en divers pays étrangers, notamment en Bavière. Avec le système adopté en France, les expéditions à petite distance ne sont pas rémunératrices, tandis que celles à grande distance sont avantageuses; de là la possibilité d'abaisser le prix pour ces dernières d'une façon progressive, mais de maintenir des prix élevés pour les petits parcours.

Importance des nouveaux tarifs. — Les nouveaux tarifs constituent une des innovations les plus importantes qui aient eu lieu depuis la création des chemins de fer en France. Les tarifs de la grande vitesse pour les marchandises cessent d'être prohibitifs; les expéditions en grande vitesse vont pouvoir entrer dans la pratique courante; il faudra sans doute créer des trains spéciaux de marchandises à grande vitesse et augmenter le matériel dans un grand nombre de gares.

Aux termes mêmes de l'article 27 de la loi du 26 janvier 1892, les taxes mises sur les transports en grande vitesse des messageries et denrées sont supprimées en totalité. De leur côté, les Compagnies ont fait des réductions dont voici le résultat :

Anciennes taxes (prix uniforme quelle que soit la distance parcourue).	au-dessous de 40^{kg}	impôt compris.	0f 5544
		impôt déduit .	0,45
	au-dessus de 40^{kg}	impôt compris.	0,44352
		impôt déduit .	0,36

Nouvelles taxes. « Trois barèmes. »

I. Articles de messagerie, marchandises et denrées d'un poids inférieur à 40 kilogr.
II. Articles de messagerie et marchandises d'un poids supérieur à 40 kilogr.
III. Denrées d'un poids supérieur à 40 kilogr.

	I	II	III
	—	—	—
	fr.	fr.	fr.
de 0 à 100 kilomètres . . .	0,35	0,32	0,24
de 101 à 200 — . . .	—	0,30	0,225
de 201 à 300 — . . .	0,32	—	—
de 301 à 400 — . . .	0,31	0,28	0,21
de 401 à 500 — . . .	0,30	—	—
de 501 à 600 — . . .	—	0,26	0,195
de 601 à 700 — . . .	—	0,24	0,18
de 701 à 800 — . . .	—	0,22	0,165
de 801 à 900 — . . .	0,28	0,20	0,15
de 901 à 1000 — . . .	—	0,18	0,135
de 1001 à 1100 — . . .	0,25	0,16	0,12
de 1100 — . . .	—	0,14	0,105

Tarifs spéciaux. — Les nouveaux tarifs sont à base différentielle. Malgré les abaissements considérables que nous venons de constater, certaines Compagnies en ont fait encore de plus importants dans leurs tarifs spéciaux. Ces abaissements varient de Compagnie à Compagnie, car tel prix rémunérateur pour le Nord, à cause des conditions exceptionnelles de son réseau, sera très onéreux pour le P.-L.-M. sur ses lignes autres que celles Paris-Marseille et Cette-Nice. Les conditions particulières d'exploitation à chaque réseau font que, forcément, pour être rémunérateurs, les prix doivent varier de Compagnie à Compagnie, surtout en ce qui concerne les tarifs spéciaux et la petite vitesse. Voici les bases de ces divers tarifs :

P.-L.-M., tarif spécial GV n° 14. — A, denrées expédiées par 50 kilogr.; B, bières, cidres, vinaigres, vins, légumes, vendanges en fûts par 50 kilogr.; citrons, oranges, lait, pains, poissons, par 100 kilogr.

Etat, tarif spécial GV n° 14. — C, légumes frais, huitres et coquillages frais.

Est, tarif spécial GV n° 14. — D, bières, cidres, vinaigres, vins, champignons, cornichons, glaces, légumes, melons par 50 kilogr., vendanges en fûts, vins doux bourrus en fûts, par 100 kilogr.; E, lait par 500 kilogr.; F, lait par 2 000 kilogr.; G, champignons, cornichons, fromages, fruits, légumes, melons, prix exceptionnels.

Nord, tarif spécial GV n° 14. — H, fruits frais et légumes frais emballés par 50 kilogr.; I, huitres et poissons frais.

Kilomètres	P.-L.-M. A	P.-L.-M. B	Etat C	Est D	Est E	Est F	Est G	Nord H	Nord I
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
De 0 à 25 . .	0,24	0,18	0,24	0,18	0,20	0,20	0,16	0,24	0,24
26 à 50 . .	—	—	—	—	0,105	0,105	—	—	—
51 à 75 . .	—	—	0,215	—	—	0,07	—	—	0,22
76 à 100 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0,20
101 à 125 . .	0,225	0,17	0,20	—	0,0475	0,04	0,15	0,22	0,18
126 à 150 . .	—	—	—	—	—	—	—	0,20	0,16
151 à 200 . .	—	—	0,18	—	—	—	—	0,16	0,10
201 à 250 . .	—	—	0,175	0,17	—	—	—	0,12	—
251 à 300 . .	—	—	—	—	—	—	—	0,10	—
301 à 400 . .	0,21	0,16	—	—	—	—	0,14	—	—
401 à 500 . .	—	—	0,17	0,16	—	—	—	»	»
501 à 600 . .	0,195	0,15	—	—	—	—	—	»	»
601 à 700 . .	0,18	0,14	—	»	»	»	»	»	»
701 à 800 . .	0,165	0,13	»	»	»	»	»	»	»
801 à 900 . .	0,15	0,12	»	»	»	»	»	»	»
901 à 1000 . .	0,135	0,11	»	»	»	»	»	»	»
1001 à 1100 . .	0,12	0,10	»	»	»	»	»	»	»
1101 » . .	0,105	0,10	»	»	»	»	»	»	»

Le Midi, tarif spécial GV n° 14, a pour le transport des denrées des prix fermes pour des parcours dénommés et des prix applicables de toute gare du réseau à toute autre gare, mais seulement pour certaines marchandises. Le beurre, par expédition d'au moins 50 kilogr. de Bagnères-de-Bigorre, Lourdes, Saint-Girons ou Pierrefitte-Nestalas à Bordeaux-Saint-Jean, paye divers prix, suivant le parcours, dont la base kilométrique moyenne est un peu supérieure à 0 fr. 22. Le fromage de Roquefort, par expédition d'au moins 50 kilogr., de Tournemire à Toulouse-Matabiau ou Bordeaux-Saint-Jean, paye un prix fixe dont la base kilométrique est d'environ 0 fr. 22 pour le premier parcours et 0 fr. 20 pour le second. Le pain, par expédition de 50 kilogr., la bière en fûts, par expédition de 100 kilogr., la glace à rafraîchir, par expédition de 3 000 kilogr., payent, d'une gare quelconque à une autre gare, 0 fr. 20 par tonne et par kilomètre.

Le Midi, tarif spécial GV n° 30 (exportation), fait payer aux légumes frais et aux fruits frais emballés, expédiés d'une gare quelconque du réseau à Bordeaux-Saint-Jean, 0 fr. 20 par tonne et par kilomètre. Les huitres, expédiées par 50 kilogr. au moins, d'Arcachon ou Bordeaux-Saint-Jean à Irun, payent un prix ferme dont la base kilométrique est d'environ 0 fr. 20 par tonne. Les volailles vivantes, les lapins en cage ou paniers, les œufs par expédition d'au moins 50 kilogr., de diverses stations désignées à Irun, payent un prix ferme dont la base varie de 0 fr. 176 à 0 fr. 20 par tonne et par kilomètre.

L'Orléans, tarif spécial GV n° 14, admet un prix maximum de 98 francs (frais de manutention compris) par tonne pour les expéditions d'au moins 50 kilogr. et qui sont composés de beurre, fromage frais ou secs, volaille morte, de toute station du réseau à Paris. Le lait, par expédition d'au moins 50 litres et pour un parcours minimum de 50 kilomètres, paye 0 fr. 015 par litre pour tout parcours inférieur à 120 kilomètres, et 0 fr. 020 pour tout parcours de 120 à 200 kilomètres. Tous les autres prix du tarif sont fermes et s'appliquent à des parcours déterminés. Il est facile, en comparant chacun de ces prix à ceux indiqués, pour le même parcours, dans le barème dressé d'après le tarif général, de se rendre compte de la réduction de prix; un exemple le fera comprendre. Ainsi les œufs expédiés de Poitiers à Paris (332 kilomètres) payent 77 fr. 20, frais de manutention compris, d'après le tarif général, et seulement 60 francs (frais de manutention compris) d'après le tarif spécial GV n° 14. Si de ces deux prix on déduit 1 fr. 50 pour les frais de manutention, on voit que la réduction est d'environ 23 %. Pour les légumes frais expédiés de Bordeaux-Saint-Jean à Paris, la réduction est d'environ 12 % (585 kilomètres).

L'Ouest, tarif spécial GV n° 14, n'a que des prix fermes pour les denrées de halle. De Dieppe à Paris (168 kilomètres) le poisson frais paye 35 fr. 75 au lieu de 40 fr. 80 au tarif général (frais de manutention compris); la réduction est donc d'environ 13 %. De Pontivy à Paris (533 kilomètres), les légumes frais, le beurre, etc. payent 111 fr. 50 au lieu de 118 fr. 95 au tarif général (frais de manutention compris); la réduction est d'environ 7 %.

Il est perçu, sous le nom de *manutention*, un droit pour le chargement et le déchargement des articles de messagerie, marchandises, denrées et lait. Ce droit est modifié par les nouveaux tarifs.

Anciens tarifs. . . Fr.	1,60	par tonne et par kilomètre.
Nouveaux tarifs. . . .	1,50	—

Sont exempts de ce droit, les expéditions pesant de 0 à 40 kilogr. inclusivement et les articles taxés à la valeur.

Remarquons que tous les tarifs portent le même numéro dans les diverses Compagnies, ce qui est une commodité pour les expéditeurs, qui, faisant une expédition qui doit emprunter les rails de plusieurs réseaux, demandent le tarif le plus réduit, à cause des tarifs de soudure. En faisant une telle expédition, l'expéditeur n'a qu'à écrire sur la feuille : « tarif réduit GV n° 14 sur tous les réseaux. »

Les nouveaux tarifs contiennent une nouvelle disposition qu'il convient de signaler. Jusqu'à ce jour, les masses indivisibles et objets de dimensions exceptionnelles n'étaient pas admis en grande vitesse; dorénavant les Compagnies admettent les masses indivisibles ne pesant pas plus de 8 000 kilogr. Pour les masses ayant un poids supérieur à 3 000 kilogr., la taxe est augmentée de moitié; au-dessus de 5 000, elle est doublée.

La plus grande innovation est le tarif général commun aux Compagnies de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, de l'Orléans, de l'Ouest, du P.-L.-M., de la grande et de la petite Ceinture de Paris. Les prix de ce tarif sont ceux que nous avon indiqués plus haut; mais pour les

Digitized by Google

expéditions qui doivent, dans leur parcours, emprunter les rails de plusieurs Compagnies, le changement de réseau n'a aucune influence sur les prix de transport, et les taxes, qui existent à ce sujet pour la petite vitesse, ne sont pas appliquées.

Comme les prix de transport des bagages sont plus élevés que ceux des marchandises, supposons un voyageur ayant 100 kilogr. d'excédent de bagages pour un parcours de 1 000 kilomètres : s'il les expédie comme bagages, il paiera 40 fr. 15, tandis qu'il ne paiera que 25 fr. 95 s'il les expédie comme marchandises en grande vitesse, frais de manutention compris (1 fr. 50 par tonne).

III. — ANIMAUX. — **Tarif général.** — L'article 27 de la loi du 26 janvier 1892 a supprimé tout impôt pour le transport des animaux, sauf pour les chiens sur lesquels l'impôt de 12 °/₀ a été maintenu.

	Anciens tarifs		
	Impôt compris	Impôt déduit	Nouveaux tarifs
	fr.	fr.	fr.
Chiens. . . . . Fr.	0,01848	0,015	0,0168
Bœufs, vaches, chevaux, bêtes de trait	0,2464	0,	0,16
Veaux, porcs.	0,09856	0,08	0,06
Moutons, brebis, chèvres, agneaux	0,04928	0,04	0,03

Tarifs spéciaux. — Il existe pour le transport des animaux des tarifs spéciaux tout comme pour les denrées et les marchandises sur le P.-L.-M., l'Est, le Nord et l'Etat.

Dans son tarif spécial G. V. n° 11, le Nord fait payer 1 franc par wagon et par kilomètre aux bœufs, vaches, taureaux, veaux, porcs, moutons, brebis, agneaux et chèvres expédiés par wagon complet. Les chevaux et mulets, par expédition d'au moins trois chevaux ou mulets, payent 13 centimes par tête et par kilomètre, sauf de Paris ou Argenteuil aux gares frontières et réciproquement, parcours pour lesquels il existe un prix ferme de 28 francs par tête.

Le P.-L.-M et l'Est, dans leur tarif spécial G. V. n° 11, ont admis des prix dont la base diminue à mesure que le parcours augmente :

P.-L.-M. Chevaux transportés en wagons-écuries et faisant un parcours minimum de 300 kilomètres : A, prix pour 2 chevaux; B, prix par cheval en plus. — Animaux transportés en wagons à bestiaux : C, chevaux et poulains; D, chevaux destinés à l'alimentation, bœufs, vaches, taureaux, veaux, porcs, ânes et mulets; E, moutons, brebis, agneaux et chèvres.

Est. I. Anes, bœufs, bouvillons, chevaux et poulains ou mulets en wagons à bestiaux, génisses, taureaux, taurillons, vaches, veaux, porcs pesant plus de 20 kilogr. par wagon complet; II. Chevaux ou mulets ou poulains en wagons-écuries; III. agneaux, béliers, boucs, brebis, chevreaux, chèvres, cochons de lait, moutons, porcs ne pesant pas plus de 20 kilogr. par wagon complet. Les prix par kilomètre et par wagon sont :

		P.-L.-M.					Est		
		A	B	C	D	E	I	II	III
		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
De 0 à	50	»	»	0,48	0,40	0,32	0,77	0,38	0 fr. 432 par mètre superficiel de cantenaer de chaque wagon et par kilomètre, avec taxe minimum de 36 cent. par wagon et par kilomètre.
50	100	»	»	—	—	—	0,52	—	
100	200	»	»	—	—	—	—	0,24	
200	300	»	»	— (1)	— (2)	— (3)	0,44	—	
300	600	0,24	un tiers en plus par cheval	0,36	0,30	0,24	—	—	
600	800	0,21		0,31	0,26	0,21	»	»	
800	900	—		0,32	—	—	»	»	
900	1.000	0,18		0,27	0,23	0,18	»	»	
1.000	1.100	0,15		0,23	0,19	0,15	»	»	

Le tarif spécial G. V. n° 12 contient aussi des réductions que nous devons signaler. Voici les divers prix en France par tête et par kilomètre :

	P.-L.-M.	Est	Nord	Midi	Etat	Orléans	Ouest
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Etalons de l'Etat.	moitié du tarif général G.V.	0,10	0,10	0,10	0,10	»	0,10
Chevaux de course.	id.	0,10	0,10	0,10	0,10	»	0,10
Juments poulinières { jument .	tarif général	0,16	0,16	tarif gén.	0,16	»	0,16
Juments poulinières { poulain .	gratuité	gratuité	gratuité	gratuité	gratuité	»	gratuité
Equipages de chasse { chiens .	0,008	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Equipages de chasse { chevaux	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
id. minimum de perception par wagon et par kilomètre.	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

Un billet de demi-place est accordé aux conducteurs des étalons et des chevaux de course, à raison d'un conducteur par cheval, par les Compagnies P.-L.-M., Est, Nord, Midi, Etat, Ouest.

Avec les nouveaux tarifs, les droits de *manutention* sont modifiés ainsi qu'il suit :

	Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, ânes, poulains, bêtes de trait	Veaux et porcs	Moutons. brebis, agneaux et chèvres
	fr.	fr.	fr.
Anciens tarifs	1,10	0,44	0,22
Nouveaux tarifs	1 »	0,40	0,20

Les chiens sont exempts de tout droit de manutention. Les animaux de petite taille en cages ou en paniers sont taxés au poids et soumis aux mêmes droits de manutention que les articles de messagerie et marchandises.

IV. — VOITURES, POMPES FUNÈBRES. — Ici encore, nous trouvons des diminutions de prix notables, grâce à la suppression de tout impôt par l'Etat et aux abaissements consentis par les Compagnies sur les voitures seulement.

	Anciens tarifs		Nouveaux tarifs
	Impôt compris	Impôt déduit	
	Fr.	Fr.	Fr.
Voitures à 2 ou à 4 roues, à un fond et à une seule banquette dans l'intérieur .	0,6166	0,50	0,40
Voitures à 4 roues, à 2 fonds et à 2 banquettes dans l'intérieur, omnibus. . .	0,78848	0,64	0,50
Cercueil isolé, train omnibus ou mixte .	0,3696	0,30	0,30
Cercueil isolé, train express.	1,232	1 »	1 »

Deux personnes peuvent, sans supplément de prix, voyager dans une voiture à deux banquettes, et trois dans les voitures à deux banquettes.

Suivant la vitesse du train, les cercueils payent le prix de 3 ou de 10 billets de 1re classe, déduction faite de tout impôt.

Les droits de manutention éprouvent aussi des modifications :

	Voitures par pièce	Cercueils par pièce
Ancien tarif. . . . . Fr.	2,20	2,20
Nouveau tarif.	2 »	2 »

V. — FINANCES, VALEURS, OBJETS D'ART. — Le tarif des finances, valeurs, objets d'art, n'est diminué que de l'impôt de 10 °/₀ établi par la loi du 16 septembre 1871.

La taxe, qui était de 0 fr. 002772 par fraction indivisible de 1 000 fr. et par kilomètre, est abaissée à 0 fr. 00252.

Le tarif spécial pour les retours d'argent, pour les expéditions faites contre remboursement, présente les conditions suivantes comme prix : Transport de gare en gare, 0 fr. 15 par fraction indivisible de 100 fr., avec minimum de 0 fr. 55, plus 0 fr. 45 pour l'enregistrement et le timbre; prise ou remise dans les localités desservies par un service de factage, de correspondance ou de réexpédition en G. V., 0 fr. 25 jusqu'à 1 000 francs, 0 fr. 25 au delà de 1 000 francs et par fraction indivisible de 1 000 francs. Ce tarif est commun à toutes les grandes Compagnies : Est, Etat, Midi, Nord, Orléans, Ouest, Paris-Lyon-Méditerranée.

Les articles taxés à la valeur sont exempts de tout droit de *manutention*.

VI. — PETITS COLIS DONT LE POIDS N'EXCÈDE PAS 5 KILOGRAMMES. — Ces colis se divisent en deux catégories :

1° Les colis postaux dont le poids ne peut dépasser 3 kilogr.;
2° Les colis non postaux d'un poids de 0 à 5 kilogr.

Les colis postaux donnant lieu à une perception qui n'était pas soumise à l'impôt de 1871, ne subissent aucune réduction. Il n'en est pas de même pour les colis non postaux.

Transport d'une gare quelconque à une autre gare quelconque des grandes Compagnies :

	Ancien tarif	Nouveau tarif
Colis de 0 à 3 kilogrammes (1). . . . .Fr.	1 »	0,90
Colis de 3 à 5 kilogrammes (1)	1,20	1,05
Retour d'un remboursement de 100 francs et au-dessous (1)	1 »	0,90

Les expéditions pesant moins de 40 kilogr. sont exemptes de tout droit de manutention.

Résumé. — Ainsi que le lecteur a pu s'en assurer par l'examen que nous venons d'en faire, les nouveaux tarifs de la grande vitesse ont une très grande importance, tant à cause des innovations que l'on y rencontre, que des abaissements de prix en général considérables que nous y avons observés. Beaucoup de transports qui étaient faits en petite vitesse, seront maintenant faits en grande vitesse; les Compagnies réaliseront ainsi des recettes plus élevées, et le commerce y gagnera d'avoir ses marchandises moins longtemps en voyage. Pour les voyageurs, l'avenir dira si les Compagnies éprouveront un déficit sérieux par suite des réductions de prix; certainement on voyagera davantage, et cette augmentation compensera vraisemblablement, dans un délai plus ou moins rapproché, les sacrifices consentis par les Compagnies.

G. FÉOLDE,
Docteur en droit,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

(1) A 300 kilomètres le prix est de 0f 437.
(2) A 300 kilomètres le prix est de 0f 363.
(3) A 300 kilomètres le prix est de 0f 29.

(1) Enregistrement, timbre du récépissé à 0 fr. 35 et impôt de grande vitesse compris.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 15, p. 238; n° 16, p. 256; n° 17, p. 283; n° 18, p. 297; n° 19, p. 312; n° 20, p. 328; n° 21, p. 347 et n° 22, p. 362.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET TRAMWAYS ÉTABLIS sous le régime de la loi du 11 juin 1880.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS
ET CRITIQUE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

(Suite et fin (2).)

Chapitre III. — Critiques des différentes dispositions adoptées.

Quand l'Etat et les départements s'imposent des sacrifices quelquefois considérables pour établir des chemins de fer ou des tramways, ils n'ont qu'un but : faciliter les transactions et servir les intérêts du public.

Digitized by Google

Par suite : 1° le constructeur doit établir les lignes économiquement, mais sans commettre de malfaçons ni d'erreur de tracé; 2° l'exploitant doit faire tous ses efforts pour développer le trafic, soit en diminuant ses tarifs, soit en organisant des trains supplémentaires, etc.

Or, une convention étant toujours nécessaire entre le département et un concessionnaire ou fermier, il est indispensable, pour que cette convention soit bonne, que les deux parties contractantes aient les mêmes intérêts; par suite, il faut d'abord que le constructeur ait avantage à construire économiquement et bien, tout en faisant un bénéfice raisonnable; il faut ensuite que l'exploitant réalise un bénéfice sérieux quand il développe le trafic et qu'il augmente les recettes.

Nous allons examiner si ces deux conditions existent dans les différentes conventions déjà approuvées.

Construction. — Généralement, dans presque toutes les conventions, on a fixé à forfait le capital de premier établissement. C'est, suivant nous, un très mauvais système. Nous savons que les départements craignent toujours des mécomptes et des augmentations de dépenses, et qu'ils préfèrent connaître d'avance et d'une manière fixe et invariable le capital à dépenser, soit qu'ils le payent entièrement, soit qu'ils en garantissent l'intérêt. C'est un sentiment bien naturel, mais avec un pareil système, une des deux parties est toujours trompée. Il est matériellement impossible de déterminer à l'avance le coût exact d'une ligne de chemin de fer ou de tramway sur un avant-projet. Or, un concessionnaire ne peut faire qu'un avant-projet, tant qu'il n'est pas sûr d'avoir sa concession; un projet complet lui occasionnerait des dépenses considérables qui pourraient être faites en pure perte. Dès lors, de deux choses l'une, ou le forfait est trop élevé et le concessionnaire réalise un gros bénéfice; c'est le département qui est trompé; ou bien le forfait est trop faible, alors c'est le concessionnaire qui est trompé : il perd de l'argent s'il est consciencieux; s'il ne l'est pas, il tâche de s'en tirer en économisant partout; le forfait devient, comme le dit M. Noblemaire, une *prime à la malfaçon* et les malfaçons pèsent lourdement plus tard sur l'exploitation.

Enfin, quand un concessionnaire est payé au kilomètre, il a intérêt à allonger sa ligne le plus possible et il n'étudie pas les solutions qui, dans certains cas, peuvent la raccourcir et diminuer les dépenses totales, tout en augmentant la dépense par kilomètre. Or, ces erreurs de construction grèvent tous les transports d'un supplément de parcours inutile, au détriment de l'intérêt général.

L'exemple que nous avons donné pour la ligne de Ligré à Richelieu est assez probant. Le département a construit lui-même la ligne. Le prix forfaitaire du kilomètre avait été fixé à 89 657 francs, le département n'a dépensé que 71 406 francs, non compris le matériel roulant; mais comme il loue ce matériel aux chemins de fer de l'Etat 512 fr. 30 par kilomètre, ce qui représente un capital de 12 807 fr., le capital kilométrique de premier établissement peut être évalué à (12 807 + 71 406 =) 84 213 francs. On peut donc dire que le département a économisé quelques milliers de francs sur la construction, et comme l'Etat tient compte au département d'une annuité calculée au taux de 4 % du capital forfaitaire, le département y gagne un peu. S'il y avait eu un concessionnaire, il est probable que le capital forfaitaire de premier établissement aurait été au moins aussi élevé; que la ligne aurait été peut-être moins bien faite, et que le concessionnaire aurait réalisé un assez gros bénéfice.

Dans ces conditions, comme il nous semble qu'une convention doit toujours être faite de manière à ne tromper personne, nous estimons que le forfait est fort mauvais. Dans une convention récemment adoptée dans le Finistère, on a fixé des prix fermes par nature d'ouvrages, buses, ponts, etc., mais ce n'est qu'un palliatif : c'est remplacer un forfait général par plusieurs forfaits particuliers. Par suite, et sans qu'il soit besoin de répéter ce qu'a dit M. Noblemaire à ce sujet, nous arrivons à penser que le seul système rationnel est celui de la construction par le département ou les communes, au moyen d'entreprises adjugées au rabais sur séries de prix. Malheureusement les départements n'aiment pas à emprunter de grosses sommes; ils reculent souvent devant un emprunt d'un million par exemple et ils n'hésitent pas à grever leurs budgets futurs d'une garantie d'intérêt s'élevant à une somme même supérieure à l'intérêt dudit million. C'est une grave erreur, et quand on réfléchit que les départements peuvent aujourd'hui emprunter à 4 % (4,655 % avec amortissement en 50 ans) et que les concessionnaires, quand ils construisent, sont obligés d'emprunter à un taux plus élevé, parce qu'ils ont toujours moins de crédit qu'un département, on en conclut que, dans l'intérêt général, pour dépenser le moins d'argent possible et arriver aux mêmes résultats, il est inutile de passer par l'intermédiaire d'un concessionnaire constructeur, qui, uniquement parce qu'il est un intermédiaire, coûte toujours quelque chose et souvent beaucoup.

Exploitation. — Nous avons vu en examinant chaque convention que, avec la garantie d'intérêts, les frais d'exploitation étaient souvent fixés à un minimum invariable égal à 3 200, 3 700, 4 300: il nous paraît inutile d'insister sur l'absurdité de ce système pour de faibles recettes kilométriques. Quand ces recettes augmentent d'une quantité quelconque, la garantie payée par le département diminue juste d'autant, et comme les frais d'exploitation réels doivent toujours augmenter un peu, le concessionnaire gagne d'autant moins qu'il fait plus de recettes. Son intérêt immédiat consisterait à ne rien transporter du tout.

On a employé ensuite, presque toujours, pour évaluer les frais d'exploitation une formule de la forme

$$F = a + bR$$

en faisant b égal à $\frac{1}{4}$, à $\frac{1}{3}$ ou à 0,3.

Ces trois coefficients sont trop faibles pour exciter le concessionnaire à développer le trafic et à bien desservir les intérêts du public, parce que, pour qu'il ne perde pas, il faut que son coefficient réel d'exploitation diminue trop vite avec l'augmentation des recettes. Pour nous en rendre compte, nous avons dressé les trois tableaux suivants, en donnant à b les valeurs $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$.

Supposons que, pour une recette R, les frais réels d'exploitation soient égaux à f, le coefficient d'exploitation K est égal à $\frac{f}{R}$, $K = \frac{f}{R}$.

Si les recettes augmentent d'une fraction de R égale à m, le concessionnaire ne reçoit en plus que mbR. Pour qu'il n'y perde pas, il faut que ses nouveaux frais réels d'exploitation soient au plus égaux à $f + mb$R et son nouveau coefficient d'exploitation doit être au plus égal à

$$K' = \frac{f + mbR}{(1+m)R}.$$

En remplaçant f par KR, on a :

$$K' = \frac{K + mb}{1 + m}.$$

En donnant à K les valeurs 1,25, 1, 0,75 et 0,50, et à m les valeurs 0,25, 0,50, 0,75 et 1, on peut dresser un tableau à double entrée donnant les valeurs du nouveau coefficient K′ qui leur correspond.

		$m = 0{,}25$	$m = 0{,}50$	$m = 0{,}75$	$m = 1$
1° $b = \frac{1}{4}$, $K' = \frac{4K + m}{4(1+m)}$	K = 1,25	1,05	0,92	0,82	0,75
	K = 1	0,85	0,75	0,68	0,63
	K = 0,75	0,65	0,58	0,54	0,50
	K = 0,50	0,45	0,42	0,39	0,38
2° $b = \frac{1}{3}$, $K' = \frac{3K + m}{3(1+m)}$	K = 1,25	1,07	0,94	0,86	0,79
	K = 1	0,87	0,78	0,71	0,67
	K = 0,75	0,67	0,61	0,57	0,54
	K = 0,50	0,47	0,44	0,43	0,42
3° $b = \frac{1}{2}$, $K' = \frac{2K + m}{2(1+m)}$	K = 1,25	1,10	1,00	0,93	0,88
	K = 1	0,90	0,83	0,79	0,75
	K = 0,75	0,70	0,67	0,64	0,63
	K = 0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Si l'on examine le tableau n° 1, c'est-à-dire le cas où les frais d'exploitation sont évalués au moyen d'une formule de la forme $F = a + \frac{R}{4}$, on voit que si un exploitant a un coefficient d'exploitation égal à 1,25 et que les recettes viennent à doubler, il faut que son nouveau coefficient d'exploitation tombe à 0,75 pour qu'il n'y perde pas. Si le coefficient réel d'exploitation est égal à 1, comme cela doit arriver pour des recettes voisines de 2 500 francs par kilomètre, on voit que, si les recettes doublent et deviennent égales à 5 000 francs, le nouveau coefficient ne doit plus être que de 0,63 pour que le concessionnaire n'y perde pas. Nous n'hésitons pas à penser que de pareils résultats sont impossibles et que toute formule du genre $F = a + \frac{R}{4}$ n'est pas admissible.

Si nous examinons le tableau n° 2, c'est-à-dire les résultats d'une formule du genre $F = a + \frac{R}{3}$, nous trouvons des résultats analogues quoique un peu moins évidents. Si le coefficient d'exploitation est de 1,25 et que les recettes doublent, le nouveau coefficient doit tomber à 0,79 ; si l'ancien coefficient est égal à 1, le nouveau doit tomber à 0,67.

Enfin, avec une formule du genre $F = a + \frac{R}{2}$, on arrive à des résultats plus satisfaisants, puisque si le coefficient primitif est de 1 et que les recettes doublent, il suffit que le nouveau coefficient descende à 0,75 pour que l'exploitant n'y perde pas.

Nous savons que nous parlons en ce moment d'une question extrêmement délicate et absolument impossible à résoudre d'une manière générale. Il faudrait tenir compte des tarifs qui sont tous différents, et encore plus de la nature du trafic qui vient augmenter les recettes.

S'il s'agit de marchandises à tarifs très bas, les frais d'exploitation augmentent très rapidement avec les recettes; les trois formules indiquées sont certainement mauvaises. Au contraire, si l'augmentation du tarif vient du transport des voyageurs, il est clair qu'un concessionnaire qui est obligé de faire trois trains par jour et qui en fait la traction quand ils sont presque vides, n'aura qu'une augmentation de frais d'exploitation pour ainsi dire insignifiante, si ces mêmes trois trains sont presque pleins. Dès lors il aura avantage à développer le trafic, même avec une formule de la forme $F = a + \frac{R}{3}$.

C'est là une question extrêmement complexe, qu'il ne serait possible de traiter que pour chaque cas particulier.

Quoi qu'il en soit, nous estimons que les deux premières formules ne sont pas bonnes, parce que le concessionnaire n'a qu'un intérêt certainement très faible, souvent nul, et quelquefois négatif à développer le trafic sur les lignes qui lui sont confiées. La troisième formule de la forme $F = a + \frac{R}{2}$ nous paraît seule acceptable pour des recettes moyennes.

Digitized by Google

Jusqu'en 1890, on n'avait jamais employé que des formules des deux premiers genres, et les résultats obtenus que nous avons indiqués tendraient à faire penser que les Compagnies concessionnaires jouissant de la garantie d'intérêt, n'ont pas toujours fait tout ce qu'elles auraient pu faire pour servir les intérêts du public en développant le trafic de leurs lignes; mais nous ne voulons faire le procès d'aucune d'elles; nous voulons croire et nous croyons réellement que la plupart d'entre elles remplissent scrupuleusement leur devoir, qu'elles doivent s'effrayer des dettes énormes qu'elles contractent chaque année envers l'État et les départements, qu'elles désirent les diminuer et qu'elles espèrent peut être les rembourser avant l'expiration de leurs concessions. Malheureusement, sauf quelques exceptions très rares, cet espoir doit être bien lointain, et il nous est permis de penser que, comme en affaires, l'on ne doit pas compter sur le dévouement désintéressé, mais sur l'intérêt, il est extrêmement mauvais de mettre un concessionnaire dans l'alternative, ou de remplir son devoir à son détriment immédiat ou de ne pas le remplir en réalisant immédiatement des bénéfices.

Pour toutes ces raisons, nous pensons que l'on doit abandonner les forfaits d'exploitation, ainsi que l'emploi des deux premières formules indiquées ci-dessus.

Insuffisances. — Avec le système de la garantie d'intérêt, c'est le concessionnaire qui est le débiteur du département et de l'État pour toutes les insuffisances, et s'il ne peut rembourser ses dettes, il en est entièrement libéré à la fin de la concession.

Avec le système de la subvention fixe ou du paiement intégral des frais de premier établissement par le département, c'est l'inverse. C'est le département qui doit au concessionnaire les insuffisances des premiers exercices, et si le concessionnaire, en cours d'exploitation, n'a pas trouvé le moyen de se faire rembourser en développant le trafic, le département est entièrement libéré vis-à-vis de lui à la fin de la concession.

Ce dernier système est infiniment plus avantageux pour les départements et, de plus, nous insistons toujours sur ce point, il stimule le concessionnaire à augmenter les recettes et à servir ainsi les intérêts du public.

On nous a souvent objecté qu'avec ce système, le concessionnaire qui peut perdre de l'argent sur l'exploitation, pourrait tout abandonner, et qu'alors le département serait obligé d'exploiter lui-même. Un pareil résultat pourrait évidemment se produire, mais alors le département, qu'il fasse exploiter sa ligne en régie, ou qu'il exploite lui-même, se trouverait dans une situation absolument analogue, au point de vue financier, à celle qu'il aurait eue, s'il avait concédé primitivement la ligne sous le régime de la garantie d'intérêt. C'est le pis qui puisse lui arriver, et il peut éviter cet écueil, en ne choisissant qu'un fermier solvable et en exigeant de lui un fort cautionnement.

Subvention de l'Etat lorsque le département paie au concessionnaire une subvention en capital. — Lorsque la subvention du département est donnée en capital, l'article 12 du décret du 20 mars 1882 prescrit de la transformer en annuités au taux de 4 %.

Nous prendrons la liberté d'exposer que cette manière d'opérer n'est pas équitable, surtout lorsque c'est le département qui paie les frais de premier établissement.

Dans ce cas, l'Etat ne paie plus au maximum qu'une annuité de 2 % du capital, et la circulaire de 1887 a même établi pour sa subvention un 5e maximum I — G qui ne résulte pas explicitement des termes de la loi et qui est très contesté.

Il nous semble que l'Etat ne devrait pas s'occuper de savoir si les frais de premier établissement sont payés par le département ou par un concessionnaire; il devrait plutôt protéger les départements. Or, c'est le contraire qui arrive. En effet, s'il s'agit d'un concessionnaire qui a avancé les frais de premier établissement, l'Etat paie en général, sous réserve des maximums fixés par la loi générale et la loi déclarative d'utilité publique, la moitié de l'insuffisance, c'est-à-dire 2 1/2 % du capital de premier établissement et la moitié du déficit d'exploitation. Si c'est le département qui paie la construction, l'Etat ne paie plus que 2 % des frais de cette construction et il ne veut plus participer au déficit d'exploitation. C'est, suivant nous, une anomalie; nous l'avons vu pour la ligne de Ligré à Richelieu en Indre-et-Loire, le département paraît être puni d'avoir construit lui-même sa ligne.

Les départements n'y peuvent rien, puisque ces dispositions résultent d'un décret rendu en exécution de la loi; nous avons cru cependant utile d'en indiquer les conséquences.

Résumé. — Toutes les conventions faites sous le régime de la garantie d'intérêts et que nous avons classées dans le paragraphe premier du chapitre Ier, présentent les trois inconvénients que nous avons signalés plus haut; le capital est fixé à forfait, les frais d'exploitation le sont aussi, ou bien les formules ne sont pas admissibles : c'est le concessionnaire qui est le débiteur des insuffisances.

Par suite, nous les considérons comme fort mauvaises, car elles ne remplissent pas les deux conditions indiquées au commencement de ce chapitre.

L'expérience nous donne raison, puisque presque toutes les lignes concédées dans ce système sont très onéreuses pour les départements. Au contraire, toutes les lignes concédées avec le système de la subvention fixe ou de la construction aux frais du département, remplissent notre deuxième condition, et nous les considérons comme bien meilleures, malgré les inconvénients du forfait de construction. L'expérience nous donne encore raison, puisque, malgré l'anomalie indiquée pour la subvention de l'Etat, ces lignes sont toutes beaucoup moins onéreuses pour les départements.

Indication de quelques autres solutions. — Dans le Finistère, on vient d'adopter sur la proposition de notre collègue, M. Considère, une formule ingénieuse de la forme :

$$F = 1\,550 + mRS.$$

Suivant que R provient des voyageurs ou des différentes classes de marchandises, le coefficient m varie; il est de 0,30 pour la recette voyageurs et il augmente de 0,47 à 1 lorsque les tarifs kilométriques baissent de 16 à 4, 5 centimes.

Cette formule répond à ce que nous avons dit précédemment: lorsque l'augmentation de recettes vient des voyageurs, le coefficient de R peut être faible, et le concessionnaire a intérêt à provoquer cette augmentation, parce que ses frais d'exploitation n'augmentent presque pas. Au contraire, si l'augmentation vient de marchandises à faible tarif, il faut que le coefficient m soit élevé, parce que le supplément des frais d'exploitation est considérable. On l'a élevé jusqu'à 1 pour les marchandises tarifées au-dessous de 4cent,5 et par suite, dans ce cas, le concessionnaire conservera l'intégralité de la recette supplémentaire. Malgré sa complication, une pareille formule nous paraît avoir de grands avantages.

Dans le Loiret, nous venons de faire adopter un autre système pour la ligne de Pithiviers à Toury. C'est le département qui construit la ligne entièrement à ses frais; nous avons fait adopter ce système par le Conseil général, et ensuite il nous a suffi de rechercher un fermier exploitant. Pour cela, nous avons préparé un projet de convention en suivant sur beaucoup de points le modèle indiqué par M. Noblemaire; mais pour les conditions d'exploitation, nous avons adopté la rédaction suivante :

Si la recette brute kilométrique, impôts déduits, est inférieure à x francs, les frais d'exploitation seront évalués à x francs, et par suite l'exploitation sera considérée comme en déficit. Dans ce cas, à la fin de chaque exercice, le département payera au fermier par kilomètre la moitié de la différence entre x francs et ladite recette brute. Si la recette brute est supérieure à x francs, et inférieure à y francs, le fermier la conservera tout entière.

Si la recette brute est supérieure à y francs, les frais d'exploitation seront calculés par la formule :

$$F = \frac{y}{2} + \frac{R}{2}.$$

La totalité des excédents servira d'abord à couvrir les insuffisances des exercices précédents que la société aura prise à sa charge et dont elle aura fait précédemment état, avec intérêts à 4 1/2 %. Lorsque ces insuffisances seront couvertes, les excédents des recettes sur les frais d'exploitation appartiendront au département, qui commencera par se couvrir, avec intérêts à 4 1/2 %, des sommes payées à la Société en vertu du premier paragraphe du présent article, et qui ensuite en conservera la totalité jusqu'à concurrence de l'intérêt à 5 % des dépenses de premier établissement faites par lui.

Lorsque ce chiffre sera atteint, les excédents supplémentaires seront partagés par moitié entre le département et la Société.

S'il y avait lieu d'appliquer l'article 15 de la loi du 11 juin 1880, le département et la Société seraient chargés de rembourser à l'Etat, par parties égales, les sommes prévues par ledit article. La durée du bail est fixée à 15 ans.

Nous avons alors procédé à une sorte d'adjudication en envoyant le projet de convention à plusieurs sociétés d'exploitation et en leur demandant de remplacer x et y par des nombres. Nous avons reçu quatre propositions différentes et nous avons pris la plus avantageuse.

Aujourd'hui, par suite de nouvelles réductions consenties par la Société des établissements Decauville, la convention a été approuvée par décret en date du 21 août 1891, avec $x = 1\,800$ francs et $y = 2\,300$ francs.

Nous avons donc trois périodes :

1° Si la recette est inférieure à x, les frais d'exploitation sont évalués à x (1 800 francs) pour trois trains par jour. L'exploitation est en déficit, mais pour exciter le fermier à développer le trafic et à diminuer le déficit, le département ne lui parfait pas la différence, il ne lui en paie que la moitié. Le département et le fermier sont donc associés dans la perte.

2° Si la recette est comprise entre x et y (1 800 et 2 300 francs), le fermier conserve l'intégralité de la recette.

3° Si la recette est supérieure à y (2300 francs), les frais d'exploitation sont calculés par la formule :

$$F = \frac{y}{2} + \frac{R}{2} \text{ ou } F = 1\,150 + \frac{R}{2},$$

et le fermier ne prend que les sommes résultant de cette formule. L'excédent sert d'abord à rembourser le fermier des insuffisances de la première période, puis à rembourser le département des avances qu'il a pu faire au fermier; ensuite le département conserve l'intégralité des excédents jusqu'à concurrence de l'intérêt à 5 % de ses frais de premier établissement.

En dernier lieu, si les excédents de recettes sur la formule dépassent cet intérêt, le supplément est partagé par moitié entre le département et le fermier.

Une pareille convention nous a paru équitable, car les deux parties contractantes sont associées dans la perte et dans le gain. Elles ont le même intérêt à développer le trafic. Les inconvénients inhérents à toute formule sont atténués autant que possible : ni le fermier ni le département ne sont liés pour un grand nombre d'années. Dans 15 ans, si l'affaire devient mauvaise, le fermier pourra exiger des conditions meilleures ou se retirer. Si l'affaire devient bonne, le département pourra tirer un meilleur parti de sa propriété; enfin les deux inconnues x et y introduites dans le projet de convention nous

Digitized by Google

ont permis de faire une espèce d'adjudication restreinte entre différentes sociétés.

On pourrait objecter que le fermier qui n'a fourni aucun capital n'est pas suffisamment engagé et qu'il pourrait ne plus entretenir ni la voie ni le matériel roulant ; l'on a remédié à cet inconvénient en demandant au fermier un très fort cautionnement qui appartiendrait au département si la Société ne remplissait pas ses engagements et encourait la déchéance.

En ce qui concerne la subvention de l'Etat, nous pensions qu'elle serait fixée à 2 % de la dépense de premier établissement et que, de plus, l'Etat rembourserait au département la moitié de la somme payée par lui au fermier pendant la première période, c'est-à-dire le quart du déficit de l'exploitation. Le Conseil d'Etat s'y est refusé, et par suite l'Etat ne paiera au département que 2 % du capital de premier établissement.

En conséquence, s'il s'était agi d'une concession ordinaire avec garantie d'intérêts, l'Etat aurait payé la moitié de l'insuffisance, c'est-à-dire 2,5 % du capital de premier établissement, et la moitié du déficit d'exploitation ; comme c'est le département qui construit, l'Etat ne paiera que 2 % du capital de premier établissement. Nous ne pouvons nous empêcher de penser que cela n'est pas très juste.

Conclusion. — Il est facile de tirer la conclusion de cette étude.

Les forfaits de construction sont fort mauvais et le système de la garantie n'a donné jusqu'ici que des résultats fort médiocres.

L'expérience déjà faite montre que les prévisions les plus pessimistes ne se sont que trop réalisées et que certains départements paient pour de faibles recettes des sommes considérables qui ne sont pas en rapport avec le service rendu.

On nous objectera que l'on ne ferait rien si l'on ne donnait pas à l'industrie privée l'espoir de réaliser des bénéfices. Nous sommes loin de vouloir décourager les entreprises privées, et nous serions tout disposé à laisser faire toute entreprise qui ne demanderait rien ou presque rien à l'Etat et aux départements ; mais il ne faut pas oublier que la loi du 11 juin 1880 prévoit trois associés : l'Etat, le département et le concessionnaire. Or nous avons simplement voulu démontrer qu'avec le système de la garantie, tel qu'il est le plus souvent appliqué, les intérêts de ces trois associés sont pour ainsi dire en antagonisme, au grand détriment de ce quatrième associé, le public, pour qui les chemins de fer sont faits.

En conséquence, nous ne saurions trop recommander le système de la construction sur série de prix, et l'affermage de l'exploitation pour un temps assez court.

On nous objectera, sans doute, que dans ces conditions il sera difficile de trouver des fermiers ; nous ne le pensons pas ; de plus, quand on n'en trouvera pas, c'est que la ligne sera réellement mauvaise, et alors il vaudra mieux pour les départements ne pas la construire que de payer avec l'Etat 6, 7 et 8 000 francs par kilomètre pour des recettes inférieures à 2 000 francs.

H. Heude,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

CORRESPONDANCE

Présence d'insectes pseudomorphisés dans les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie.

A Monsieur le Rédacteur en chef du *Génie Civil.*

Monsieur,

Dans votre numéro du 2 avril (1) M. Jules Garnier signale la « Présence d'insectes empâtés dans les minerais de nickel garniérites de la Nouvelle-Calédonie », d'après des indications qui viennent de lui être fournies.

Je suis en mesure, au sujet de cette communication, de vous donner quelques renseignements complémentaires que je crois de nature à intéresser les lecteurs du *Génie Civil.*

Les premiers insectes associés aux minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie, ont été découverts vers la fin de 1889, époque à laquelle j'ai pu les observer sur place à Thio, dans une des mines que la Société Le Nickel exploite dans cette localité.

Les premiers spécimens, qui figurent maintenant parmi les collections de l'Ecole des Mines, ont été rapportés en France par M. Paul Ruef, Ingénieur civil des mines, et par moi-même ; ils ont été soumis à M. R. Zeiller, Ingénieur en chef des Mines, qui a bien voulu, dans le courant de l'année dernière, les étudier et les faire examiner ensuite, au point de vue entomologique, par M. Künckel d'Herculais.

M. D. Levat, ancien Directeur général de la Société Le Nickel a, d'ailleurs, déjà rapporté ces faits, et c'est ainsi qu'il les mentionne dans un très intéressant Mémoire sur les *Progrès de la métallurgie du nickel* qu'il vient de faire paraître dans les *Annales des Mines* du mois de février dernier :

M. Pelatan, Ingénieur civil des Mines, qui publie en ce moment la carte géologique de la Nouvelle-Calédonie, a rapporté une collection complète de minerais de nickel, parmi lesquels de curieux enduits de silicate vert cristallisés. Trois de ces échantillons contiennent des coléoptères transformés en minerai par l'action hydro-thermale.

M. Künckel d'Herculais, assistant de zoologie au Muséum d'histoire naturelle, qui a bien voulu faire l'examen de ces insectes, y a reconnu, bien que les échantillons qui lui ont été soumis soient trop empâtés pour être susceptibles de déterminations absolument précises :

1° Une *Chrysoméline* ;
2° Un charançon du groupe des *Cryptorhynchides* ;
3° Peut-être encore un *Cryptorhynchide.*

Il est probable qu'on a affaire là à des formes encore vivantes, empâtées dans des dépôts contemporains provenant d'une redissolution du minerai.

A proprement parler, ces insectes nickélifères sont de véritables pseudomorphoses d'hydro-silicate nickélo-magnésien dans lesquelles rien ne subsiste des organismes primitifs si ce n'est leur forme extérieure reproduite, il faut le dire, avec une remarquable netteté jusque dans les moindres détails. Leur nature ainsi définie atteste une fois de plus l'origine hydro-thermale, depuis longtemps reconnue, des gîtes de nickel de la Nouvelle-Calédonie, qui se présentent non pas « en nids plus ou moins volumineux dans les roches serpentineuses », mais bien à l'état d'enduits ou de concrétions emplissant les nombreuses fissures de la serpentine et affectant tantôt l'allure de filons presque réguliers tantôt celle de *stockwerks* aux enchevêtrements inextricables.

Puisque l'occasion s'en présente, je dois signaler aussi en passant que j'ai trouvé, dans les mêmes gisements où ont été rencontrés les insectes ci-dessus indiqués, de *l'hydrosilicate de magnésie et de nickel cristallisé* tapissant les parois de certaines fentes restées béantes.

Les cristaux que j'ai rapportés et que je crois être le premier à avoir observés seront décrits ultérieurement ; ils permettront sans doute de fixer les notions encore un peu vagues qu'on a eues jusqu'à présent sur la composition des diverses variétés de minerais silicatés du nickel.

En attendant je prépare, dans l'espoir que vous voudrez bien lui réserver l'hospitalité de vos colonnes, une description de l'état actuel des mines de nickel de la Nouvelle-Calédonie qui, de son côté, pourra peut-être servir à fixer quelques-uns des points encore obscurs de la genèse des gîtes désormais célèbres de notre colonie du Pacifique.

Veuillez agréer, etc.

Louis Pelatan,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien Directeur de la Société Le Nickel.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 22, p. 366.

INFORMATIONS

Exposition internationale de l'Alcool et des Industries de fermentation.

(Paris 1892)

Au mois de mai prochain s'ouvrira à Paris, sous le patronage de M. le Ministre de l'Agriculture, une Exposition internationale de l'Alcool et des industries de fermentation, comprenant la Viticulture, la Distillerie, la Brasserie, la Cidrerie et les industries d'alimentation annexes. Cette exposition sera installée dans le vaste cadre du Palais des Machines au Champ-de-Mars.

Les produits des industries agricoles dont la France s'enorgueillit à juste titre, les vins, les eaux-de-vie, les liqueurs, la bière, le cidre, le sucre, etc., se trouveront aux places d'honneur dans cette exposition, où il y aura, dans le groupe de l'agriculture, toutes les matières premières agricoles, dans le groupe de la mécanique tous les appareils servant à la fabrication, et au centre de l'exposition, tous les produits fabriqués offerts à la dégustation.

Les pays étrangers renommés pour leurs produits ont déjà promis leur concours. Le genièvre belge et hollandais, le whisky anglais, la vodka russe, le kirsch de la Suisse et de la Forêt Noire, le rhum des Colonies, les liqueurs spéciales, les bières de tous les pays, les vins d'Espagne, d'Italie et de Portugal, de Hongrie et de Crimée, ainsi que ceux de Californie, ont déjà leur place marquée à l'Exposition.

La partie mécanique occupera une place importante : des constructeurs doivent exposer des installations complètes de distillerie ; le public pourra se rendre compte de la production de l'Alcool, depuis le traitement de la matière première jusqu'à la sortie du liquide de l'appareil à rectifier.

Il en sera de même pour la fabrication de la bière et du cidre, qui auront des installations spéciales très curieuses.

La section de la Viticulture comprendra depuis les pépinières, les procédés divers contre le phylloxéra et les greffoirs, jusqu'aux ustensiles pour mettre le vin en bouteilles, et aussi le consommer.

Une partie nouvelle et curieuse, sera la section de l'électricité appliquée aux industries de fermentation. Depuis quelques années, on s'occupe beaucoup d'appliquer le traitement de l'électricité aux boissons fermentées, pour la rectification des alcools, pour le vieillissement des vins et des bières. Ces divers procédés seront mis en œuvre à l'exposition, où l'électricité aura une place importante, car elle rend déjà de grands services pour l'éclairage des salles de distillerie, des caves de négociants en vins, des brasseries, etc.

En outre des Comités d'honneur et de patronage, présidés par M. le Ministre de l'Agriculture, et qui se composent de sénateurs, de députés, de conseillers municipaux de la Ville de Paris et de grands industriels, un comité scientifique, présidé par M. Pasteur s'occupera exclusivement de la partie scientifique de l'exposition, qui sera des plus importantes. Les écoles techniques, les laboratoires spéciaux, les instituts d'enseignement de France et de l'étranger seront représentés.

Les administrations fiscales qui s'intéressent également, à un point de vue particulier, au développement des industries de l'alcool, seront représentées à l'exposition par les documents et les instruments employés dans leur système particulier d'impôts. Il sera intéressant, au moment où l'on propose la réforme générale de l'impôt des boissons, de voir réunis les moyens employés pour percevoir l'impôt sur l'alcool dans les différents pays du monde.

Enfin, un musée rétrospectif des industries de l'alcool offrira aux visiteurs d'intéressants sujets de comparaison entre la vieille et la nouvelle industrie.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 22 février 1892.

Physique. — *Recherches sur la réalisation de l'état sphéroïdal dans les chaudières à vapeur.* Note de M. A. Witz.

Les explosions de chaudières par manque d'eau sont dues soit à un affaiblissement des parois résultant du surchauffement des tôles, soit à un excès de pression intérieure produit par une vaporisation violente; la première cause est vraisemblablement la plus fréquente, nous en possédons des preuves indiscutables, mais la seconde permet seule de rendre compte de certaines explosions pour ainsi dire tonnantes. Toutefois, les appréciations des Ingénieurs sur la genèse de ces pressions excessives sont fort différentes.

C'est pour élucider le phénomène que M. Witz a eu l'idée de faire des essais en se plaçant dans des conditions à peu près identiques à celles qu'offre la pratique. Il a pris, à cet effet, une chaudière circulaire dont le fond plat mesurait 3^{dcm} 0 17 et l'a chauffée par le fond à l'aide de brûleurs divers et d'un feu de coke. L'appareil était disposé de façon à pouvoir être alimenté d'une façon à la fois très régulière et précise. Suivant l'intensité de chaleur développée, les expériences ont montré que la quantité d'eau évaporée par mètre carré et par heure atteignait de 63^{kg} 3 à 433^{kg} 5. Jamais la tôle n'a rougi sous l'eau; seulement, aux températures les plus fortes, l'évaporation était tumultueuse et bruyante et le liquide agité dans tous les sens.

L'auteur ayant alors suspendu l'alimentation jusqu'à évaporation complète de l'eau, la tôle rougit aussitôt. En alimentant alors, on est bien dans les conditions pratiques d'une chaudière ayant rougi par manque d'eau. Dans ces conditions, avec un brûleur spécial, l'évaporation s'est élevée à 662^{kg} 8 par mètre carré et par heure; avec un peu de coke intense, on est arrivé à une évaporation de 994^{kg} 3. Dans ces deux essais, le rouge s'est maintenu sous l'eau, en alimentant à 14 degrés; l'alimentation chaude à 90 degrés ne l'a même pas assombri, et l'évaporation a atteint le chiffre colossal de 994^{kg} 3.

M. Witz en conclut que l'effet Boutigny ne se produit pas, dans les chaudières, sur les tôles rougies, mais que la vaporisation est d'une activité qui mérite d'attirer l'attention des savants et des ingénieurs.

Chimie. — *Sur la solubilité du phosphate tricalcique et bicalcique dans les solutions d'acide phosphorique.* Note de M. H. Causse, présentée par M. Henri Moissan.

Il résulte des recherches faites par M. Causse sur la solubilité du phosphate tricalcique et bicalcique dans l'acide phosphorique, que le phosphate tricalcique se dissout dans les solutions d'acide phosphorique en quantité bien plus grande que le phosphate bicalcique. La cause de cette différence semble résider dans un équilibre qui s'établit entre trois facteurs : l'eau, l'acide phosphorique et le phosphate monocalcique, et il semble que ce soit l'eau qui joue le rôle principal : elle partage son action entre le phosphate monocalcique et l'acide phosphorique, et tout dépend ensuite de la proportion des deux composés. En effet, la quantité minimum de phosphate dissous correspond à une solution renfermant 10 °/₀ d'acide; mais si l'on augmente le poids d'acide, tout en laissant le volume des solutions constant, on diminue à la fois la quantité d'eau disponible pour la dissolution du phosphate monocalcique et partant la solubilité du phosphate employé. Lorsque les solutions contiennent peu d'acide libre, l'action de la chaleur est insensible; en effet, la chaleur de combinaison de la petite quantité d'acide qu'elles renferment ne peut pas compenser celle que nécessite le dédoublement du phosphate monocalcique; mais si la proportion d'acide est suffisante, la réaction s'établit et se poursuit jusqu'à la formation d'un équilibre entre l'eau et l'acide phosphorique stable à la température de l'expérience.

2° *Le poids spécifique des fibres textiles.* Note de M. Léo Vignon.

Les fibres textiles conduisent les gaz à la manière des corps poreux. Quelques-unes de ces substances se mouillent difficilement et incomplètement par l'action de l'eau à la température ordinaire; il s'ensuit qu'on ne peut employer, pour la détermination de leur poids spécifique, le voluminomètre de Regnault. La méthode du flacon, celle de la balance hydrostatique ne leur sont pas applicables dans les cas ordinaires.

Il est important, d'autre part, de déterminer le poids spécifique des fibres textiles sans que celles-ci aient subi l'action d'une température élevée, cette température pouvant modifier leur état initial.

D'après ces considérations, M. Vignon s'est astreint à opérer à la température ordinaire; il a employé la méthode de la balance hydrostatique, mais en substituant à l'eau un liquide chimiquement neutre mouillant bien les textiles. La benzine pure répond bien à ces conditions. En outre, par l'action du vide ou d'une pression très réduite, l'auteur a amené l'élimination des gaz condensés.

Par cette méthode appliquée avec les précautions d'usage, M. Vignon a obtenu des résultats précis et constants donnant le poids spécifique du coton en bourre, en fils, de la laine peignée et en fils, de la soie sous toutes ses formes. Il a consacré une série de mesures spéciales à la détermination des poids spécifiques de la soie sous ses divers états, renferman leur proportion normale d'humidité.

Viticulture. — *Recherches sur l'effeuillage de la vigne et la maturation des raisins.* Note de M. A. Muntz, présentée par M. P. P. Dehérain.

L'habitude d'effeuiller la vigne quelque temps avant la vendange, dans le but d'activer ou de compléter la maturation du raisin, existe dans certaines régions viticoles, et particulièrement dans le sud-ouest et dans l'est de la France. Cet effeuillage se pratique ordinairement sur les feuilles qui ombragent le raisin, c'est-à-dire celles qui se sont développées sur les parties inférieures des ceps. La proportion qu'on en enlève atteint 20, 25 et même 30 °/₀ de la totalité des feuilles. M. Muntz a cherché par des expériences directes, si cet effeuillage est basé sur une interprétation judicieuse des faits ou s'il constitue une de ces pratiques qui se transmettent chez les agriculteurs sans qu'on en ait jamais reconnu l'utilité par des observations rigoureuses.

M. Muntz signale dans cette note le résultat de plusieurs expériences qu'il a faites et par lesquelles il semble démontré que l'effeuillage donne un résultat défavorable; les raisins des plants effeuillés sont restés acides et ne se sont presque pas enrichis en sucre; ils ont donné un vin peu coloré et de qualité très inférieure. Du reste, l'auteur explique les diverses raisons qui rendent l'effeuillage plus nuisible qu'utiles raisons basées sur l'étude physiologique même de la vigne appuyée par des expériences nombreuses.

Mécanique. — *Sur les déformations élastiques maximum des arcs métalliques.* Note de M. Bertrand de Fontviolant, présentée par M. Maurice Lévy.

Mathématiques. — *Sur les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre.* Note de M. Léon Autonne.

G. Petit,
Ingénieur civil.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
pour l'Industrie nationale

Janvier 1892.

Épuration des eaux. — M. Gibault fait une communication sur l'épurateur parisien.

C'est un système qui a pour but d'épurer les eaux d'alimentation des chaudières à vapeur; il est construit sur le principe de la distillation. C'est en effet un serpentin de forme ordinaire, muni d'une clef à double effet, laquelle commande la conduite d'eau d'alimentation et, d'autre part, permet la sortie de vapeur avec les dépôts calcaires, lorsqu'on fait la purge.

Les tubes renferment des obstacles tels que : filtre, tôle ondulée, hélice, etc., pour empêcher l'entraînement des sels calcaires à la chaudière. Une soupape libre, pendant l'alimentation, fermée au moment de la purge, se trouve à l'extrémité du serpentin, ainsi qu'un plateau incliné et une cuvette, qui servent de réceptacles aux sels entraînés.

La partie inférieure de l'appareil plonge dans l'eau; l'autre est dans la vapeur.

La purge se fait, trois, quatre ou cinq fois par jour, suivant que les eaux sont plus ou moins calcaires. Pour faire cette opération, on ferme, avec la clef, la conduite de l'alimentation, Aussitôt, en sens inverse de l'alimentation, se produit une forte pression qui entraîne, en dehors de la chaudière, sous l'action de la vapeur, tous les dépôts réservés par l'appareil.

L'épurateur se place dans les chaudières sans boulons ni rivets, et il n'y a besoin de percer aucun trou.

Les expériences démontrent les avantages suivants :

L'appareil sert de réchauffeur et donne une économie de combustible de plus de 20 °/₀.

Il retient les dépôts de toute nature, permet leur expulsion à l'extérieur de la chaudière, sans entraver la marche des machines.

Placé dans une chaudière encore entartrée, les incrustations anciennes se détachent.

Cette suppression de tartre donne une économie sérieuse dans la robinetterie; on évite les coups de feu, et aussi les explosions occasionnées par les incrustations.

Distribution de vapeur. — M. Edmond Roy présente à la Société un petit modèle de distribution de vapeur à grande détente, étudié surtout en vue de son application aux locomotives et machines à changement de marche rapide par la coulisse.

Pour obvier aux défauts d'excès d'avance à l'échappement et de compression du tiroir simple en usage dans les locomotives, il sépare les conduites d'échappement d'entrée de vapeur dans les cylindres, emploie un tiroir spécial pour chacune de ces fonctions de la vapeur et arrive à rendre les phases de compression et d'avance à l'échappement tout à fait indépendantes de l'action des tiroirs en les faisant régir par le piston, en passant sur l'orifice d'échappement.

Son mouvement de distribution est du système Wulchnen, qu'il modifie légèrement, pour faire commander par le même excentrique, en leur imprimant à chacun un mouvement des deux tiroirs d'admission et d'échappement, de sorte qu'il ne change en rien la manœuvre qu'a à faire le mécanicien pour mettre la machine en marche soit à l'avant, soit à l'arrière, et pour régler la position de la tête de tirette de relevage dans la coulisse qui règle sa détente, comme dans l'état actuel des choses; le mécanicien n'a donc qu'un seul levier à manœuvrer pour la mise en train et le réglage de la période d'admission.

Avec cette nouvelle distribution, la détente effective de la vapeur pour une admission à 10 °/₀ de la course est neuf fois et demie le volume de vapeur introduit; la compression se fait sur 13 à 14 °/₀ de la course, tandis que dans les meilleures distributions par tiroir simple, pour la même admission, la détente effective n'est que cinq fois et demie le volume de vapeur introduit, et que la compression a lieu pendant 47 °/₀ de la course.

Comme corollaire à l'emploi de la grande détente, il réchauffe les parois des cylindres, non pas avec un courant de vapeur vive, ainsi que cela se pratique généralement, mais simplement par un courant de gaz chaud, pris à l'aide d'une coquille placée dans la boîte à fumée, embrassant un certain nombre de tubes dont les gaz sont conduits dans l'espace compris entre le corps du cylindre et leur chemise en tôle, et dont la circulation est activée par un tube les ramenant dans la boîte à fumée, auprès de l'échappement de vapeur.

M. Roy montre et explique le fonctionnement d'une prise de vapeur à soupapes différentielles appliquée depuis trois années sur des locomotives de chemins de fer de l'État; les avantages qu'elle présente sont d'empêcher le mécanicien d'ouvrir brusquement l'arrivée d'une grande quantité de vapeur à pleine pression, dans les cylindres, de faciliter le démarrage en évitant le patinage et d'être très douce à manœuvrer, quelle que soit la pression de la vapeur.

G. P.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique de phototypie, par J. Voirin. — Charles Mendel, éditeur. Paris, 1892. — Prix 1 fr. 25.

Ce petit volume, le cinquième de la *Bibliothèque photographique de la Science en famille*, décrit d'une façon claire et précise toutes les opérations phototypiques.

L'auteur s'est proposé surtout de montrer à l'amateur, au photographe et à l'imprimeur que l'impression de la photographie aux encres grasses est un procédé simple, pratique et à la portée de tous.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 24. N° 514. Samedi 16 Avril 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Hygiène** : L'épuration des eaux industrielles, système H. Desrumaux, p. 385 ; F. Desquiens. — **Métallurgie** : L'aluminium. Prix de revient. Nouveau procédé de M. Faure, p. 389 ; Henry Thivel ; — Note sur les résistances à la traction, allongements, strictions et résistances élastiques, du matériel de chemins de fer (*suite et fin*), p. 390 ; Mussy. — **Chemins de fer** : Le chauffage des trains de chemins de fer. Compagnie des chemins de fer de l'Est (*planche XXV*) (*suite*), p. 392 ; Max de Nansouty ; — Les chemins de fer à crémaillère, par M. Lévy-Lambert, p. 395 ; G. Foris. — **Mécanique** : Dynamomètre de rotation de MM. Richard frères, p. 395 ; A. Gouilly. — **Jurisprudence** : Chronique de Jurisprudence, p. 396 ; Cunisset-Carnot. — **Études et travaux parlementaires** : Projet de loi sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers ou employés, p. 397 ; G. Latouche. — **Correspondance** : Une cause de danger des canalisations électriques, p. 397 ; G. Lesourd. — **Informations** : Atlas statistique de la Ville de Paris, p. 398 ; — Dosage du phosphore et de l'arsenic dans les minerais de fer et les produits métallurgiques, p. 398 ; — Exposition internationale de photographie, p. 398.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 18 mars 1892, p. 399 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 29 février 1892, p. 399 ; G. Petit. — Société industrielle du Nord de la France, février 1892, p. 399. — Société internationale des électriciens, séance du 2 mars 1892, p. 399 ; Alsa.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 400.

Planche XXV : Chauffage des trains de chemins de fer. Poêles de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

HYGIÈNE

L'ÉPURATION DES EAUX INDUSTRIELLES
Système Henri Desrumaux.

L'étude que nous abordons aujourd'hui est une de celles qui intéressent, au plus haut point, la généralité des industriels.

Appliquée d'abord presque exclusivement à l'alimentation des chaudières à vapeur, la question de l'*épuration des eaux* s'est, par la suite, graduellement propagée à toutes les branches de l'activité manufacturière où l'eau joue un rôle quelconque, soit comme *agent mécanique* ou *dissolvant*, aidant à la production, soit comme *composé*, entrant en combinaison dans les produits fabriqués.

L'industrie, en effet, a besoin d'eau, non seulement pour produire sa force motrice, mais encore pour dissoudre les matières qu'elle emploie, leur servir de véhicule, les assimiler à ses produits ; pour séparer les corps qu'elle regarde comme impuretés et les éliminer, etc.

Avec un rôle aussi considérable, on comprend que certaines localités, plus favorisées que d'autres sous le rapport de la qualité de leur eau, aient acquis un renom facile pour la supériorité de leur travail et la qualité de leurs produits.

Le grand développement de l'industrie et les rivalités qui devaient s'ensuivre entre les producteurs amenèrent les industriels les moins bien partagés à remédier aux causes de leur infériorité. L'épuration des eaux industrielles devint dès lors à l'ordre du jour.

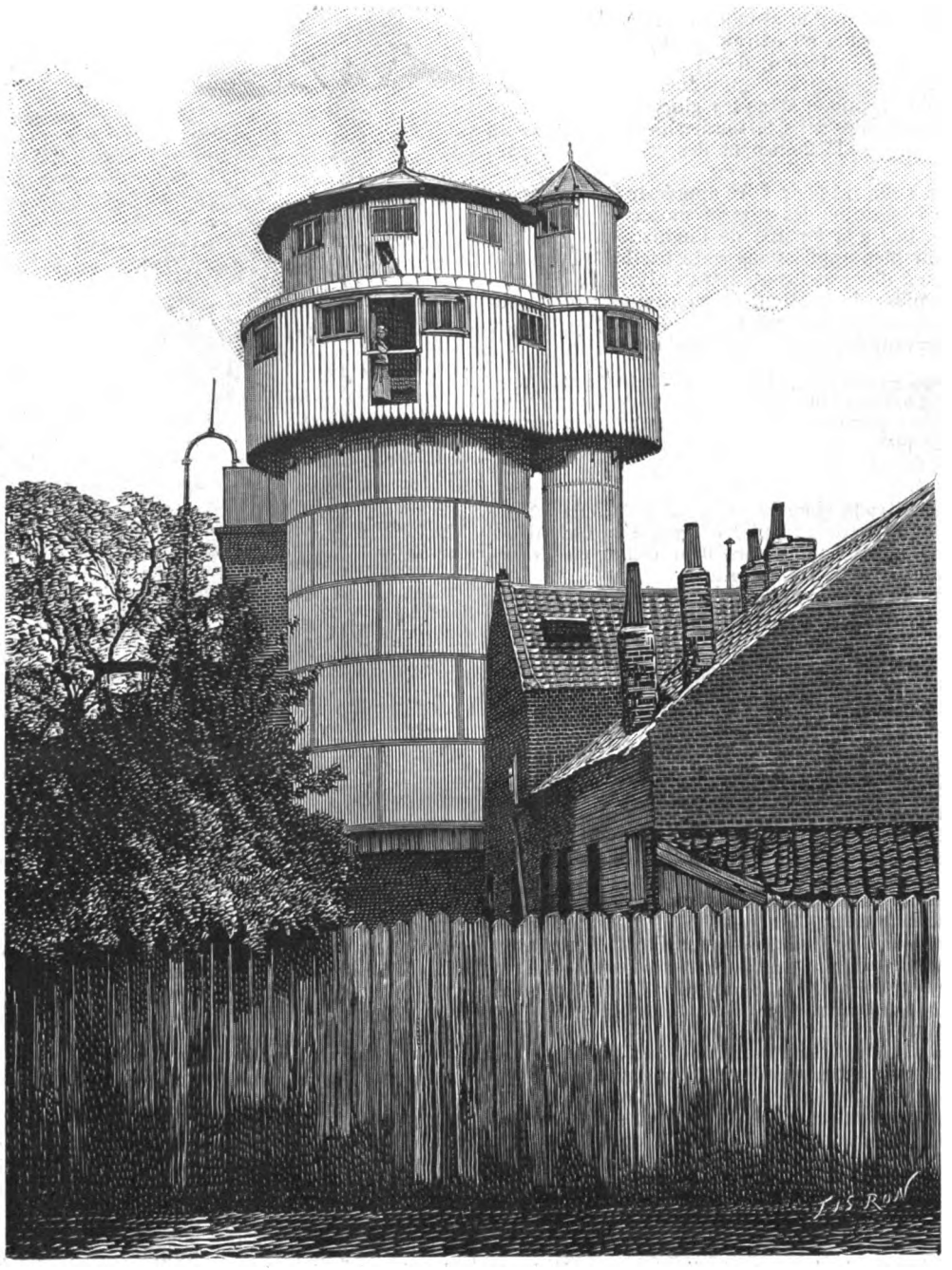


Fig. 1. — Épuration des eaux industrielles, système Henri Desrumaux. Appareil épurant journellement 2 000 mètres cubes, installé chez MM. Ernoult-Bayart frères, apprêteurs à Roubaix.

On connaît les avantages que l'eau pure procure dans l'alimentation des chaudières : absence de boues et d'incrustations, vaporisation plus rapide, économie de combustible (10 à 40 % suivant l'épaisseur du tartre) (1), suppression des nettoyages et piquages, prolongation dans la durée de service des corps cylindriques et faisceaux tubulaires (2), sécurité contre les coups de feu et les explosions, etc.

Ces avantages multiples sont assez reconnus, pour que nous nous bornions à leur énumération.

Examinons maintenant successivement les autres applications industrielles de l'épuration.

En teinturerie, les eaux épurées permettent de réduire la dépense des mordants, tout en augmentant la richesse des tons et la pureté des nuances, par suite de l'absence des sels calcaires et magnésiens qui agissent sur les matières colorantes et se combinent avec elles en annihilant leur action au détriment de la finesse des tons cherchés.

(1) MM. Morin et Tresca, dans les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers, ont démontré que : « on produit moins de calorique, à travers *un millimètre* de tartre, qu'à travers *un centimètre* de fer ; dans une chaudière en bon état, on vaporise *200 litres d'eau par heure avec 23kg 500 de houille*, tandis que dans une chaudière incrustée la vaporisation est de *136 litres d'eau avec 34kg 700.* »

(2) Dans une note parue récemment sur *l'Épuration préalable de l'eau d'alimentation des locomotives*, MM. Carcenat et Derennes, Ingénieurs à la Compagnie des chemins fer du Nord, établissent que *les locomotives alimentées avec de l'eau épurée fournissent un parcours de 228 000 kilomètres, tandis que les faisceaux tubulaires des machines alimentées avec des eaux non épurées, doivent être remplacés après un parcours de 138 000 kilomètres*. De ce chef, et du plus grand espace que l'emploi de l'eau épurée permet de laisser entre les lavages des machines, la Compagnie du Nord a pu réaliser dans l'exercice 1888-1889, une économie s'élevant à *537 600 francs*. Dans ce chiffre, n'est pas comprise l'économie de charbon.

Digitized by Google

De la suppression des impuretés de l'eau résulte, en outre, une application plus parfaite des produits tinctoriaux sur les tissus, filés, etc. L'expérience prouve, en effet, que les matières colorantes, se fixant sans mordant, se dissolvent d'autant mieux dans les fibres que l'eau des bains de teinture est plus pure.

C'est à l'emploi d'eaux non épurées que les teinturiers doivent attribuer les irrégularités de nuances et surtout les taches, que les praticiens, même les plus expérimentés, n'arrivent pas à éviter.

Dans les dégraissages, lavages de laines, blanchisseries, etc., les eaux épurées donnent une économie de savon évaluée en moyenne à 300 ou 400 grammes de savon par mètre cube d'eau employée : elles conservent, de plus, dans toute leur vigueur, les marques et lisières des pièces travaillées, en supprimant l'emploi direct des sels de soude dans les bains de lavages.

Cette correction des bains par le carbonate de soude, faite le plus souvent sans éléments d'appréciation, ne donne que des résultats approximatifs ou dangereux, en raison du manque de précision dans l'évaluation de la quantité de sel à employer. Un excès de carbonate de soude entame et brûle les pièces traitées, un manque occasionne un supplément de dépense de savon.

Un autre inconvénient de cette méthode primitive, c'est la présence dans les bains des précipités résultant de l'addition du sel de soude, précipités qui s'attachent sur les laines, la soie, les fibres végétales, s'y fixent à demeure et les rendent rudes et ternes. Travaillées avec de l'eau épurée, elles gardent au contraire une souplesse, un lustre et une force remarquables.

Dans des genres tout différents, l'épuration a été encore appliquée à nombre d'industries.

Les perfectionnements incessants apportés aux procédés de fabrication ont en effet démontré que, dans les sucreries et les raffineries, l'emploi d'eaux pures amène une économie de parchemins pour l'osmose, tout en facilitant l'extraction du sucre des cossettes à la diffusion ; dans les distilleries, des coupages d'alcools plus clairs, la suppression des incrustations dans les condenseurs et une classification régulière des produits dans la rectification ; dans les brasseries, fabriques d'extraits tanniques et bois de teinture, de grandes facilités de travail et une augmentation de rendements en extraits ; dans les corroieries, mégisseries, des cuirs exempts de taches, d'une grande souplesse et d'une nuance bien uniforme ; dans les amidonneries, des produits ne jaunissant pas à la dessiccation ; dans les glucoseries, des sirops limpides et une économie d'acides dans la saccharification ; dans les papeteries, des tons d'une grande finesse et des collages plus parfaits, etc.

Ces quelques citations suffisent pour faire apprécier toute l'importance de la question de l'épuration des eaux et montrer qu'il en est peu de plus intimement liée à la fortune de l'industrie en général.

A côté de ses innombrables applications industrielles, l'épuration des eaux s'impose encore à d'autres titres, assez universellement reconnus pour qu'il nous suffise de les signaler en passant ; nous voulons parler de la purification des eaux résiduaires des fabriques et de la correction des eaux servant à l'alimentation publique.

Historique de l'épuration. — On conçoit qu'en présence d'avantages aussi considérables et d'applications aussi variées, des recherches nombreuses aient été faites par des hommes spéciaux, pour arriver à produire un épurateur bien conditionné, pratique surtout, offrant pleine sécurité dans son fonctionnement et entière garantie dans ses résultats.

L'appareil que nous décrivons ci-après est celui de M. H. Desrumaux, Ingénieur à Lille, que vient d'adopter le service municipal des eaux de la Ville de Paris, appareil d'ailleurs bien connu en France où il a reçu déjà un grand nombre d'applications.

Pour bien comprendre le fonctionnement de cet épurateur, quelques considérations générales sont ici nécessaires.

L'épuration des eaux, on le sait, a pour objet de débarrasser l'eau, non seulement des impuretés qu'elle renferme en *suspension*, mais encore et surtout des sels nuisibles qu'elle contient en *dissolution*.

Elle comporte par suite deux opérations bien distinctes :

1° La *précipitation* des sels dissous dans l'eau (carbonate de chaux, sulfate de chaux, chlorure de calcium, carbonate de magnésie, sulfate de magnésie, sels de potasse et de soude, silicates, etc.) ;

2° La *séparation* et l'*élimination* des précipités formés, ainsi que des matières organiques en suspension dans l'eau.

La *précipitation* des sels s'obtient par des réactifs choisis suivant la nature de l'eau à traiter et mélangés à cette dernière dans des proportions voulues.

Les réactifs généralement employés sont la *chaux*, la *soude*, et accidentellement le *perchlorure de fer*.

Ces deux derniers sels étant très solubles dans l'eau, il est assez facile de les distribuer proportionnellement au volume d'eau à corriger.

Il suffit pour cela de les dissoudre dans de petits réservoirs, conditionnés pour se vider totalement dans l'intervalle de temps qui sépare deux chargements.

La seule précaution à prendre consiste à régulariser le débit de ces réservoirs de manière à obtenir des écoulements constamment réguliers, quel que soit le niveau des solutions dans les réservoirs.

M. Desrumaux obtient ce résultat d'une façon aussi simple qu'originale, en prenant les solutions de réactif, au moyen d'un flotteur en ébonite, relié à un tuyau d'écoulement dans lequel le liquide entre sous charge invariable (fig. 6). L'orifice par lequel les solutions se déversent dans le tuyau d'écoulement étant maintenu par le flotteur à une distance toujours égale à du niveau du liquide, la pression de ce dernier reste constante.

On obtient ainsi des débits absolument réguliers sans avoir à recourir à l'emploi de régulateurs dont les organes toujours délicats réclament des soins tout particuliers pour ne fonctionner, en fin de compte, que d'une manière assez peu satisfaisante.

Le dosage de la chaux présente plus de difficultés.

Ce produit étant toujours mélangé de pierres, d'incuits, et, de plus, chargé d'une quantité extrêmement variable d'humidité absorbée, on ne peut se baser sur l'évaluation de son poids pour le doser. Pour arriver à ajouter à l'eau exactement le poids de chaux nécessaire, on a mis à profit la propriété qu'elle possède, de ne pouvoir se dissoudre dans l'eau au delà d'une proportion déterminée. L'eau, en effet, mise en présence de la chaux, même en grand excès, n'en dissout que 1gr25 par litre. Pour obtenir un poids de chaux voulu, il suffit donc de prendre un volume correspondant d'eau, saturée de chaux.

On a longtemps préparé l'*eau de chaux* en brassant à la main du lait de chaux versé dans de grandes cuves préalablement remplies d'eau. Ce service, pour ne pas être interrompu, nécessitait au moins deux grands réservoirs : après avoir brassé chaque cuvée, on la laissait

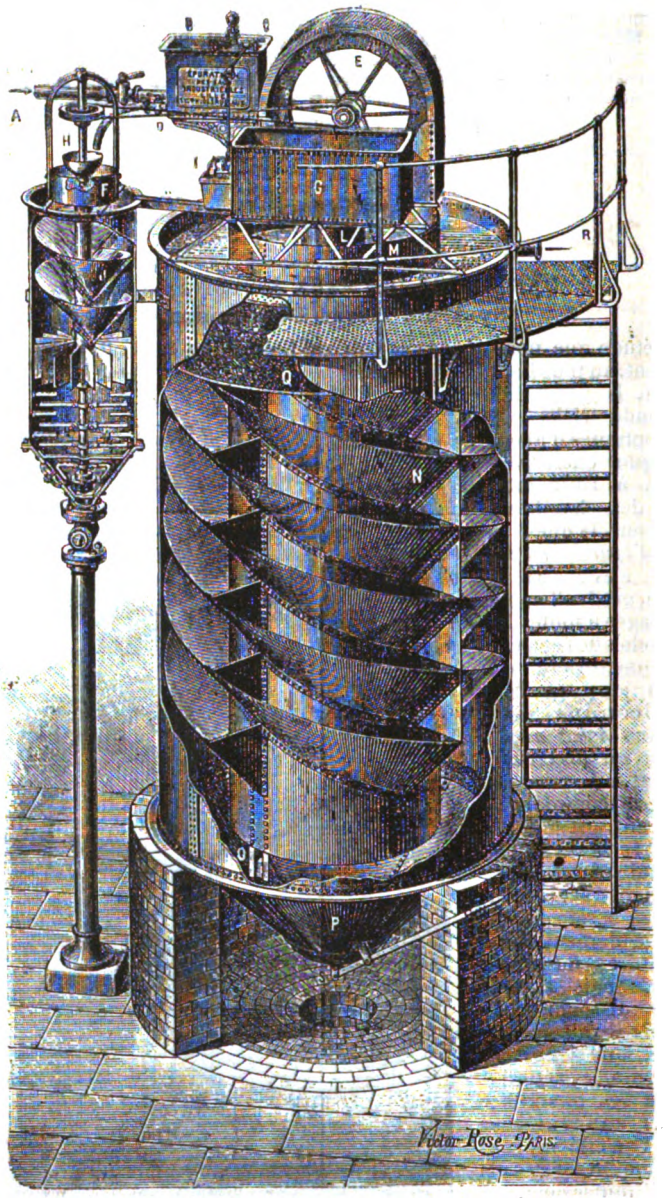


Fig. 2. — Coupe de l'épurateur Desrumaux.

décanter, pour ne l'employer qu'une fois le liquide bien éclairci ; aussitôt épuisée, on la remplaçait par une autre préparée entre temps. Ce travail se compliquait de pesées de soude et de chaux à refaire avec chaque cuve à préparer.

Outre cette main-d'œuvre, la préparation manuelle du réactif exigeait encore de vastes emplacements en raison du volume énorme de l'eau de chaux à préparer ; de plus, elle avait le grave inconvénient d'être complètement abandonnée à la merci d'un ouvrier plus ou moins vigilant et scrupuleux, toutes conditions qui compromettaient fortement les résultats attendus de l'épuration.

Les inconvénients de cette méthode portèrent plusieurs Ingénieurs à étudier la préparation automatique de l'eau de chaux : ce fut l'origine des *saturateurs*.

En 1875, un Ingénieur bruxellois, M. Letellier, eut l'idée de préparer, d'une façon continue, l'*eau saturée de chaux* en faisant traverser, de bas en haut, par de l'eau, un récipient cylindrique contenant de la chaux. Ce système, trop rudimentaire, fut immédiatement abandonné. Il a été repris récemment par divers constructeurs qui ne l'ont modifié que dans sa forme.

Ce qu'il y a surtout à craindre avec les appareils de ce système, c'est l'obstruction fréquente des conduits amenant l'eau à saturer, par suite du tassement de la chaux à chaque arrêt ; la formation des

Digitized by Google

trouées que l'eau se creuse à travers la chaux en pâte ; enfin, la dépense exagérée de réactif qu'entraîne l'inutilisation d'une notable proportion de la chaux employée.

Saturateur Desrumaux. — M. Desrumaux obtient ingénieusement la saturation de l'eau de chaux, en malaxant automatiquement et continuellement la chaux avec l'eau à saturer, au moyen d'une roue hydraulique mise en mouvement par l'eau à épurer arrivant à l'épurateur.

Le procédé de *saturation par malaxage* n'est pas seulement le plus sûr et le plus rationnel pour obtenir de l'eau de chaux régulièrement saturée, mais, à rendement égal, c'est encore celui qui exige la moins forte proportion de chaux, en raison de l'extrême degré d'épuisement qu'il permet d'atteindre. De plus, son automaticité le met à l'abri des aléas ordinaires de main-d'œuvre et de surveillance. Le *saturateur* de l'appareil Desrumaux comprend (fig. 2 et 3) un récipient cylindrique, terminé par un fond conique, et portant à sa partie supérieure un petit réservoir R servant à l'extinction de la chaux.

La partie centrale du saturateur est traversée par un long tube vertical muni de palettes. Comme l'indique le dessin, ce tube sert tout à la fois d'arbre pour le malaxage et de conduit pour l'introduction de l'eau à saturer dans le fond du saturateur. Le malaxeur, comme nous l'avons dit, est actionné directement, au moyen d'un engrenage, par la roue à auges E.

Pour charger le saturateur, il suffit d'introduire la chaux en pierres dans l'extincteur R, où, baignée par l'eau, elle s'éteint d'elle-même et descend, par un large conduit concentrique à l'arbre creux, jusque dans la caisse du malaxeur. Ce chargement se fait tous les un ou deux jours au maximum.

Quant à l'eau servant à la préparation du réactif, elle se déverse, par le godet H, dans l'arbre creux, arrive au fond du saturateur, et sort par un tourillon, pour se mélanger intimement à la chaux contenue dans la caisse de malaxage. Par le mouvement des palettes qu'elle rencontre en remontant, l'eau se sature de chaux et poursuit son mouvement ascensionnel en se décantant rapidement. L'excès de chaux entraîné tombe sur l'hélice J, qui le ramène vers le malaxeur où il est repris jusqu'à épuisement complet. Entre l'hélice et le malaxeur se trouve placée une série de cloisons fixes rayonnant du centre à la circonférence. Ces cloisons ont pour effet de faciliter la décantation en arrêtant le remous dû aux révolutions du malaxeur.

L'eau, saturée de chaux et parfaitement claire, sort par le haut du saturateur et se rend au *décanteur*, où elle se mélange à l'eau tombant de la roue hydraulique.

L'addition des divers réactifs à l'eau à épurer donne immédiatement naissance à des réactions qui troublent le liquide et lui donnent un aspect laiteux : c'est la précipitation des sels dissous.

Pour obtenir de l'eau épurée, il ne reste plus qu'à séparer les précipités résultant des réactions chimiques, ainsi que les matières étrangères. Cette séparation s'obtenait autrefois au moyen de filtres; mais ces appareils offraient des inconvénients d'autant plus nombreux qu'ils étaient plus efficaces. On les abandonna, et on les remplaça par de grands réservoirs en tôle, en bois ou en maçonnerie dans lesquels l'eau traitée séjournait jusqu'à complète clarification. Ce procédé, assez sûr, exigeait malheureusement de vastes emplacements et nécessitait, à de fréquents intervalles, le curage des bassins, par suite de l'abondance des boues que l'eau laissait déposer.

On eut alors recours aux appareils de décantation.

Décanteur Desrumaux. — Le décanteur imaginé par M. Desrumaux se compose d'un grand récipient cylindrique disposé verticalement et terminé par un fond conique portant une soupape de vidange S. Dans le centre du décanteur se trouve une colonne cylindrique, ouverte

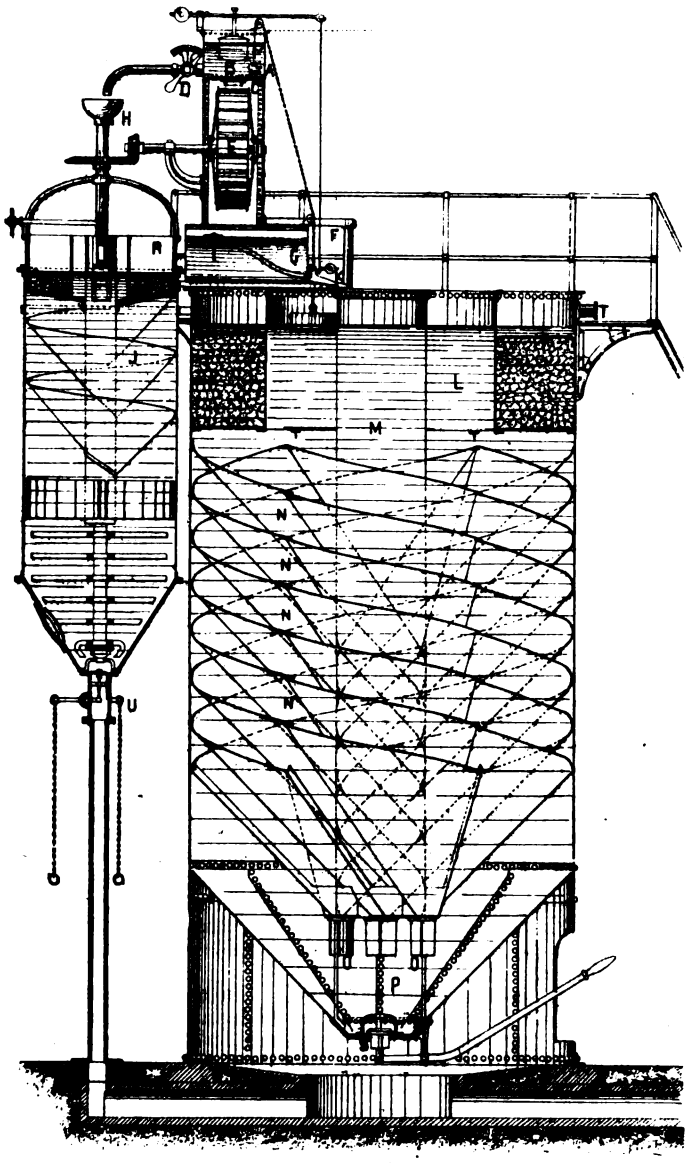


Fig. 3. — Coupe verticale.

Fig. 4. — Plan.

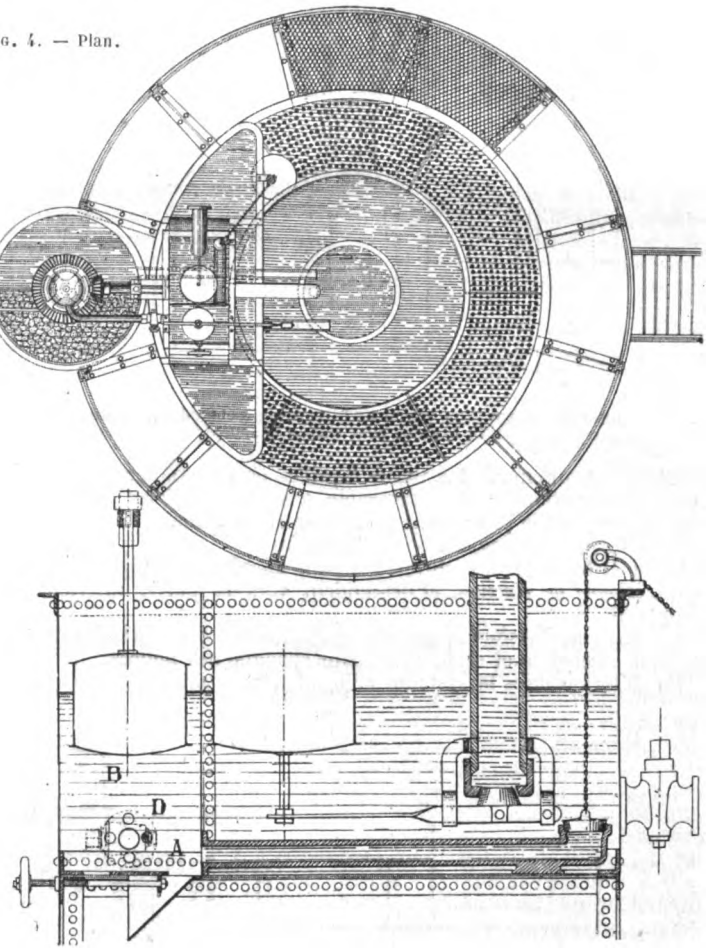


Fig. 5. — Détail de l'arrêt automatique (régulateur d'eau et distributeur).

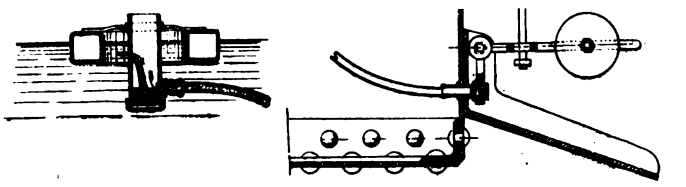


Fig. 6. — Détail de la régularisation des débits des réactifs divers.

Fig. 3 à 6. — Appareil d'épuration avec préparateur automatique d'eau de chaux.

Légende : A. Arrivée de l'eau dans le compartiment de distribution. — B. Compartiment de distribution. — C. Vanne réglant le débit de l'eau à épurer. — D. Robinet réglant le débit de l'eau à transformer en eau de chaux (réactif). — E. Roues à auges, mise en mouvement par la chute de l'eau à épurer et actionnant le malaxeur du préparateur d'eau de chaux. — F. Goulotte déversant l'eau à épurer dans la colonne de réaction. — G. Réservoir à réactifs divers. — H. Godet servant à l'introduction de l'eau dans le préparateur d'eau de chaux. — I. Flotteur régularisant les débits des réactifs divers. — J. Préparateur automatique d'eau de chaux. — K. Goulotte amenant l'eau de chaux dans la colonne de réaction. — L. Espace libre annulaire servant au nettoyage des surfaces de décantation. — M. Colonne de réaction. — N. Lames héliço-conoïdales formant surfaces de décantation continues, pouvant être nettoyées instantanément, sans démontage, en faisant arriver un courant d'eau par l'espace libre annulaire L. — O. Collecteurs de boues. — P. Réservoir de boues. — Q. Filtre. — R. Extincteur automatique de chaux. — S. Soupape de vidange des boues. — T. Sortie de l'eau épurée. — U. Clapet de vidange du saturateur.

Digitized by Google

à chaque extrémité, autour de laquelle s'enroulent des lames métalliques tenant tout à la fois du cône, par leur inclinaison et de l'hélice, par leur développement, et dénommées, pour cette raison, par l'inventeur « surfaces héliço-conoïdales ».

La théorie de cet appareil est des plus rationnelles. Elle consiste :

1° A diviser la masse de l'eau en nappes minces, de façon à activer la clarification, en réduisant la hauteur de chute des particules solides qu'il s'agit de décanter;

2° A donner aux surfaces de décantation une forme qui, tout en favorisant le glissement de ces particules et en les soustrayant sûrement à l'entraînement des veines liquides en mouvement, assure : à l'eau, la direction la plus favorable à sa clarification; aux dépôts, l'acheminement le plus direct pour leur élimination.

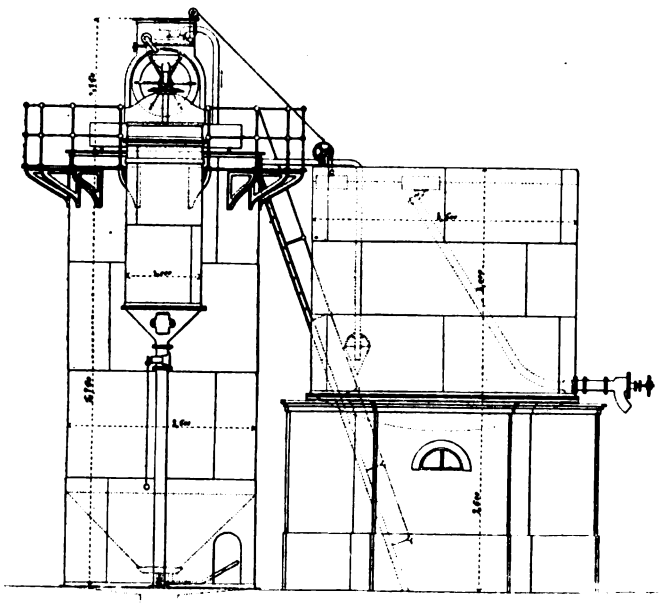


FIG. 7. — Installation type d'un épurateur Desrumaux (débitant 100 mètres cubes d'eau épurée par jour de douze heures), pour station d'alimentation des locomotives.

Voici le fonctionnement de ce décanteur :

L'eau et les réactifs se déversent dans le cylindre intérieur M, formant *colonne de réaction*, et descendent vers la partie inférieure de l'appareil.

Passant ensuite sous la tranche du cylindre, l'eau prend un mouvement ascensionnel et se *divise* dans chacune des hélices.

En s'élevant dans le système héliçoïdal, le liquide se trouve ainsi naturellement partagé en tranches distinctes, séparées les unes des autres par les lames héliço-conoïdales, de telle sorte que les dépôts, abandonnés par les couches supérieures, ne peuvent, en tombant, souiller les nappes des spires inférieures en train de se clarifier.

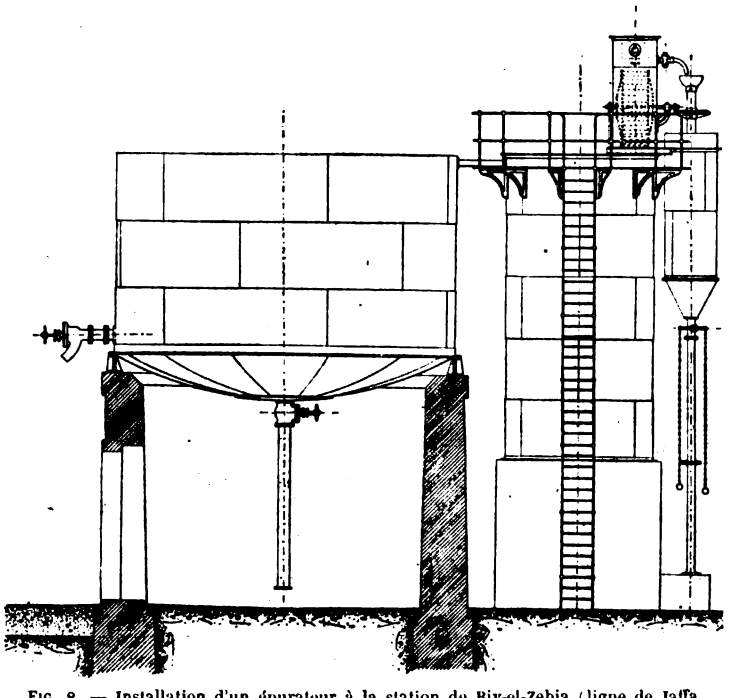


FIG. 8. — Installation d'un épurateur à la station de Biv-el-Zebia (ligne de Jaffa à Jérusalem) pour l'alimentation des locomotives.

Par suite du mouvement ascensionnel dont elle est animée, l'eau, en s'élevant et en se clarifiant progressivement, suit constamment les régions supérieures des espaces compris entre les hélices. Les dépôts, au contraire, en vertu de leur densité, gagnent les régions inférieures et atteignent rapidement les surfaces de décantation sur lesquelles ils glissent librement, à l'abri de l'action des courants ascensionnels.

Les particules solides une fois déposées, grâce à la forme conoïde des hélices qui les fait converger vers les parties centrales, se rassemblent aux endroits où les pentes sont le plus fortement accusées, ce qui facilite leur glissement vers les extrémités inférieures des hélices.

Pour que ces dépôts, au bout de leur circuit, ne puissent être repris par l'eau affluente, les hélices ont leur bord extrême relevé verticalement, de manière à arrêter les dépôts et les diriger vers de petites poches terminales, d'où ils descendent, par les collecteurs O, O, O, dans le réservoir à boues P.

Pour opérer l'évacuation des dépôts, ils suffit d'ouvrir, une fois par jour, la soupape de vidange S jusqu'à l'apparition de l'eau claire.

Quant à l'eau, décantée des sels précipités et des matières étrangères qui la souillaient, elle traverse en dernier lieu un filtre, et sort claire et limpide par la tubulure E.

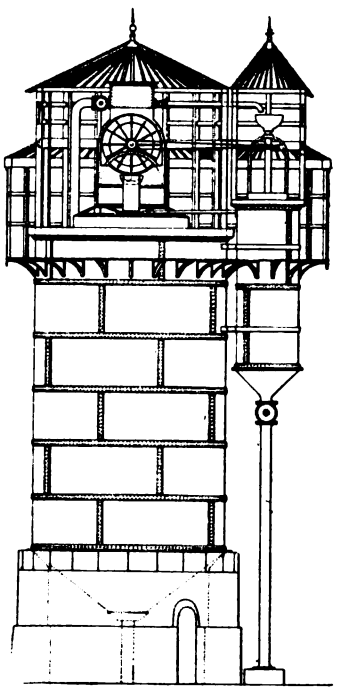


FIG. 9. — Vue intérieure de l'appareil de 2 000 mètres cubes, installé chez MM. Ernoult-Bayart frères, apprêteurs à Roubaix.

Si un nettoyage des surfaces de décantation était accidentellement nécessaire, il peut se faire instantanément et sans aucun démontage, grâce à la continuité des surfaces.

Il suffit en effet, pour cela, de faire arriver un courant d'eau dans l'espace libre annulaire L. Cette eau tombe dans les hélices, et les parcourt dans leur entier développement, en entraînant tous les dépôts. Rien n'est plus simple.

L'avantage d'un tel dispositif ne peut manquer d'être apprécié des industriels pour lesquels les nettoyages des grands organes de leurs usines sont généralement une source d'ennuis.

Nous aurons achevé la description de cet appareil lorsque nous aurons expliqué comment la marche de l'épuration est, elle-même, rendue automatique.

En se reportant à la figure 5, donnant le détail de l'alimentation de l'épurateur, on voit que l'eau arrive dans un premier compartiment, où son débit se trouve régularisé au moyen d'une soupape à flotteur qui maintient le liquide à un niveau constant, quelles que soient les variations de la pression.

Si, par suite d'une diminution de pression, le niveau de l'eau tend à s'abaisser, le flotteur, en s'abaissant également, ouvre davantage l'orifice d'écoulement, ce qui contrebalance l'effet de la diminution de pression; dans le cas contraire, le flotteur, en s'élevant, réduit l'orifice d'écoulement, de sorte que le niveau se maintient constamment sensiblement le même.

Le régulateur d'eau communique avec un petit compartiment voisin, le *distributeur*, dans lequel le niveau demeure également constant en vertu du principe des vases communiquants.

C'est sur ce distributeur que sont fixés la vanne C déversant l'eau sur la roue hydraulique, et le robinet D alimentant le saturateur.

Le conduit établissant la communication entre le régulateur et le distributeur est terminé par une soupape reliée à un flotteur placé sur le décanteur.

On comprend dès lors facilement que, si on cesse de s'alimenter sur l'épurateur, le niveau de l'eau, dans le décanteur, s'élève; et le flotteur, en montant, vient fermer la communication entre le régulateur et le distributeur et arrête ainsi tout l'appareil.

L'arrêt des réactifs divers, solutions de soude, de perchlorure, etc... est commandé par un troisième flotteur placé dans le distributeur, comme l'expliquent les figures 3 et 6.

Un appareil, aussi rationnel dans sa conception générale, et aussi minutieusement étudié jusque dans ses moindres détails, ne pouvait manquer de donner, pratiquement, d'excellents résultats.

Nous avons déjà dit qu'il avait été adopté, après essais, par le Service des Eaux de la Ville de Paris; il a reçu, en outre, parmi les grands centres manufacturiers de la France seulement, plusieurs centaines d'applications qui témoignent assez de la rapide faveur qu'il a su acquérir auprès des industriels.

On se fera une idée de l'importance de certaines installations quand on saura qu'on rencontre dans des teintureries, distilleries, papeteries, etc., des épurateurs du système que nous venons de décrire, épurant journellement mille et quinze cents mètres cubes d'eau. On trouve encore, mais moins couramment, des épurateurs plus puissants. Nous nous contenterons de signaler parmi ces derniers le monumental appareil (fig. 1 et 2) construit pour l'important établissement de MM. Ernoult Bayard frères, apprêteurs à Roubaix, et qui n'épure pas moins de 2 000 mètres cubes d'eau par jour, véritable géant dont les dimensions colossales vont encore être dépassées par celui que la Société « l'Epuration des Eaux de Lille », qui a la concession d'exploitation de l'épurateur Desrumaux, construit actuellement pour M. Lieutenant, à Pépinster (Belgique), et dont la puissance ne sera pas moindre de 3 000 mètres cubes.

F. DESQUIENS,
Ingénieur civil.

Digitized by Google

MÉTALLURGIE

L'ALUMINIUM [1]

Prix de revient. — Nouveau procédé de M. Faure.

Il vient de paraître tout récemment une brochure [2] qui n'a pas eu encore un grand retentissement, mais qui intéressera fort, cependant, toutes les personnes s'occupant actuellement de la question de l'aluminium.

Cette brochure est relative à un nouveau procédé de fabrication de ce métal, imaginé par M. C. Faure, bien connu depuis longtemps déjà par ses accumulateurs électriques, qui prétend pouvoir obtenir l'aluminium à un prix de revient de quelques centimes seulement par kilogramme.

Avant d'exposer ici ce nouveau procédé, nous allons rappeler en quelques mots l'état actuel de la question.

Il existe de nos jours plus de soixante brevets pour la fabrication de l'aluminium par les méthodes électrolytiques, mais il n'y en a que trois qui soient bien connus et qui aient fait leurs preuves, industriellement parlant: ce sont ceux de MM. Minet [3], Héroult-Kiliani et Hall. Ces trois procédés reposent sur le même principe, c'est-à-dire sur l'électrolyse, par fusion ignée, d'un fluorure d'aluminium contenant une certaine quantité d'alumine en dissolution. On sait que, par ces procédés, le métal pur revient environ à 4 francs le kilogr., tout en le fabriquant par petites quantités d'une centaine de tonnes par année [4].

Il est acquis, en outre, qu'on ramènerait très facilement ce prix aux environs de 3 francs par l'installation d'usines importantes qui pourraient fabriquer en grand ; cela par suite de la diminution de la main-d'œuvre, des frais généraux répartis sur une bien plus grande quantité de métal, et même des matières premières achetées alors par marchés à livrer considérables.

A ces prix de revient correspondent des prix de vente de 4 à 5 francs, prix auxquels l'aluminium pourra lutter, à volume égal, contre le cuivre et l'étain et remplacer avantageusement ces deux métaux usuels dans beaucoup d'applications industrielles et domestiques [5], sans compter tous les autres emplois spéciaux pour lesquels ses précieuses qualités semblent le destiner particulièrement.

Le procédé de M. Faure tendrait à produire de l'aluminium à bien meilleur marché encore, de telle sorte que ce métal pourrait, à volume égal, lutter non seulement contre le cuivre et l'étain, mais encore contre le zinc et le plomb [6]. On sait que pour cela, il faudrait parvenir à le livrer au commerce au prix de 1 fr. 75 c. à 2 francs le kilogr.

Ce procédé consiste à obtenir du chlorure d'aluminium industriellement et à très bon marché et à isoler ensuite le métal par l'électrolyse de ce sel.

A première vue, il paraît très séduisant. Tout d'abord, en décomposant le chlorure d'aluminium par le courant électrique, on n'aurait pas besoin théoriquement d'une force motrice aussi importante que pour la décomposition d'un fluorure, comme dans les procédés dont nous avons parlé :

La formule électrolytique du chlorure d'aluminium est $Al^{2}/_{3}\,Cl$, et le poids moléculaire de l'aluminium, 13,7. En vertu de la « loi de quantité », et quelle que soit la tension du courant, avec un courant de 4.000 ampères, représentant par heure 14.400.000 coulombs, on aurait, en traitant ce chlorure :

$$\frac{2 \times 13{,}7 \times 14.400.000}{3 \times 96.512} = 1.352 \text{ grammes}$$

d'aluminium à la cathode.

Pour la force nécessaire, on a, d'après la loi de Thomson, la force électromotrice minimum de décomposition :

$$E = 0{,}0435\ C$$

où C, chaleur de formation, pour le chlorure d'aluminium est égal à 52,6 calories, d'où :

$$E = 2{,}33 \text{ volts}$$

il s'ensuit que pour 1.352 grammes d'aluminium, déposés à la cathode, en une heure, par un courant de 4.000 ampères, il faudrait :

$$\frac{4.000 \times 2{,}33}{9{,}8088 \times 75} = 12{,}65 \text{ chevaux}$$

correspondant à 106 grammes par cheval-heure.

Si maintenant l'on fait le même calcul pour le fluorure, dont la formule électrolytique est la même, mais dont la chaleur de formation C est de 73,3 calories et, par conséquent, la force électromotrice minimum nécessaire de 3,19 volts, l'on trouve :

$$\frac{4.000 \times 3{,}19}{9{,}8088 \times 75} = 17{,}35 \text{ chevaux}$$

correspondant seulement à 77 grammes par cheval-heure.

Ces chiffres sont bien en dessus de la vérité, car nous n'avons pas tenu compte de la résistance de l'électrolyte, qui exige l'emploi d'une différence de potentiel entre les électrodes plus élevée que la force électromotrice minimum de décomposition nécessaire à l'électrolyse du bain. Cette différence de potentiel ε est égale, d'après M. Minet, à :

$$\varepsilon = e + \rho I$$

E étant la force électromotrice de décomposition ;
ρ la résistance de l'électrolyte ;
I l'intensité du courant.

Nous n'avons pas tenu compte non plus des courants parasites et de toutes les autres causes de déperdition qui font qu'en pratique les rendements effectifs varient, suivant les procédés employés, entre 18 et 30 grammes de métal par cheval-heure. Nous avons simplement voulu montrer que, toutes choses égales d'ailleurs, il faudrait théoriquement un tiers de moins de force motrice pour décomposer le chlorure d'aluminium que pour le fluorure.

En second lieu, — et c'est ici que la chose devient intéressante, — on obtiendrait non seulement de l'aluminium pur, mais aussi un sous-produit précieux, c'est-à-dire 4 kilogr. de chlore pour chaque kilogr. de métal isolé. Ce chlore, mis en contact avec de la chaux éteinte, produirait 12 kilogr. de chlorure de chaux, dont M. Faure compte tirer parti à un prix minimum de 1 fr. 80. Comme, d'autre part, il estime que le métal lui reviendrait 2 fr. 15 le kilogr. par son procédé, en déduisant 1 fr. 80 pour le prix de vente du sous-produit obtenu en même temps, le prix de revient de l'aluminium serait ramené finalement à 35 centimes le kilogr.

De très grandes facilités d'installations caractériseraient les usines à établir ; on pourrait fabriquer le chlorure là où le charbon et la bauxite sont abondants et transporter ce produit une fois obtenu sur les points où l'on trouverait la force motrice hydraulique nécessaire à son électrolyse dans les meilleures conditions de prix, en dehors de tout transport onéreux. Les chutes d'eau sont de plus situées généralement dans des vallées où pénètrent facilement des lignes de chemins de fer à voie étroite.

Voilà quels paraissent être, à première vue, les avantages de ce nouveau procédé. Malheureusement, il y a le revers de la médaille, et toutes les personnes qui ont eu à faire à la fois au chlore et aux hautes températures, l'apercevront de suite.

Tout d'abord, on ne peut pas électrolyser le chlorure d'aluminium simple, parce qu'il distille à 250°, alors qu'il ne fond qu'à 200° ; la marge est trop faible. Pour y remédier, M. Faure ajoute au bain d'électrolyse du chlorure de sodium dont une partie se combine avec le chlorure d'aluminium pour former un chlorure double d'aluminium et de sodium $Al\,^{2}/_{3}\,Cl, Na\,CL$. Mais M. Minet, qui depuis longtemps a étudié l'emploi de ce même mélange, démontre [1] qu'il ne saurait fournir une marche régulière de l'électrolyse. En effet, le chlorure double d'aluminium et de sodium, même lorsqu'il est mélangé avec un excès de chlorure de sodium, est encore trop volatil et très instable ; c'est-à-dire que sa température de volatilisation est très voisine de sa température de fusion ; il est très corrosif et d'un emploi très difficile ; il donne naissance à d'abondantes vapeurs de chlorure anhydre d'aluminium. Enfin, le bain électrolytique à base de chlorure d'aluminium s'appauvrit rapidement ; il devient pâteux à cause de la faible quantité de chlorure qu'il retient ; l'électrolyse s'opère très irrégulièrement, la composition du bain ne restant pas constante [2].

On rencontre donc une première difficulté dans l'électrolyse du chlorure d'aluminium ; mais elle n'est rien en comparaison de toutes celles qu'il faut vaincre pour obtenir ce sel facilement, régulièrement et à bon marché.

M. Faure part de l'acide chlorhydrique, en se basant sur les phénomènes de dissociation de cet acide à haute température, et sur la formation de chlorure, s'il est à ce moment en présence d'un oxyde métallique. On n'aurait besoin que d'acide chlorhydrique, qui est un produit sans valeur, de bauxite, qui ne vaut que 30 francs la tonne, et de charbon. On se trouverait ainsi dans les meilleures conditions possibles pour obtenir le chlorure à très bon compte.

Mais les expériences classiques de dissociation des corps et de minéralisation des oxydes dans une atmosphère d'acide chlorhydrique montrent que les chlorures, obtenus par ce moyen, sont presque aussitôt détruits que formés, de même que les éléments dissociés de l'acide chlorhydrique sont aussi promptement recombinés qu'ils se sont facilement séparés. Il faut donc les prendre au moment précis de leur séparation, ce qui constitue une première difficulté. D'autre part, il faudrait construire un four capable de résister au chlore à des températures allant de 1 300 à 1 500 degrés, car celles-ci sont indispensables pour obtenir un peu de constance dans la production du chlorure. Or le chlore est très corrosif ; à la température du rouge, toutes les espèces de briques sont attaquées et détruites par lui d'une manière continue. Aussi, malgré les plus sérieux efforts, aucun dispositif de four n'a-t-il encore donné de résultat pratique.

M. Faure ne parle pas de toutes ces difficultés ; il signale simplement que la production du chlorure d'aluminium par l'acide chlorhydrique agissant directement sur la bauxite convenablement

---

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVII, n° 1, p. 1 ; n° 20, p. 308 ; tome XVIII, n° 26, p. 428 tome XIX, n° 12, p. 198.

(2) Gabriel Dupont, éditeur. Grenoble, décembre 1891.

(3) Voir *l'Aluminium*, par A. MINET, Bernard Tignol, éditeur, Paris 1892.

(4) Voir l'article de *la Nature* du 13 février 1892, et *Traité d'électrométallurgie* de Ponthière 1891.

(5) Pour la fabrication des conducteurs électriques, l'aluminium ne pourrait pas toutefois lutter contre le cuivre au prix de vente dont nous venons de parler, car les poids de cuivre et d'aluminium, à conductibilité égale, sont entre eux comme $\frac{100 \times 8{,}9}{175 \times 2{,}6}$. Si donc l'on paie le cuivre 1 fr. 75 c. le kilogr., il faudrait que le prix d'achat de l'aluminium ne dépassât pas couramment 3 fr. 50 c.

(6) Pour le zinc, dont la densité est 7,19 et le prix 0 fr. 64 c., on a $7{,}19 \times 0{,}64 : 2{,}56 = 1$ fr. 80 c. ; et pour le plomb dont la densité est 11,37 et le prix 0 fr. 30 c., on a $11{,}37 \times 0{,}3 : 2{,}55 = 1$ fr. 33 c., prix du lingot ayant le volume d'un kilogr. d'aluminium.

(1) Communication à l'Académie des sciences, 9 juin 1890.

(2) Voir la brochure de M. A. Minet sur l'électrolyse par fusion ignée. (GAUTHIER-VILLARS, Paris, 1890).

Digitized by Google

préparée, est une réaction certaine. Mais ce qu'il faudrait prouver n'est pas qu'on obtient du chlorure d'aluminium en opérant comme il est dit dans la brochure, mais qu'on en obtient d'une manière *sûre* et *continue;* si, en effet, on considère les délicats dispositifs qui servent dans les laboratoires pour recueillir ou utiliser des éléments dissociés, on est en droit de demander autre chose qu'une simple affirmation pour en conclure que de telles opérations sont devenues industrielles. Dans de telles conditions, nous sommes loin de l'aluminium à 0 fr. 35 le kilogramme.

Mais nous ferons observer en terminant qu'il est certain qu'au moyen des procédés actuellement employés, on parviendra à un prix de revient inférieur encore à celui de 3 francs que nous avons indiqué. En effet, M. Alfred Hunt, le président de la « Pittsburg Reduction Company », en se basant sur les résultats de son usine, qui produit 170 kilogr. d'aluminium par jour, espère arriver, par l'augmentation de sa production, au prix de revient de 2 fr. 30 le kilogramme (1). D'autre part, les concessionnaires pour la France du brevet Hall, le même qui est exploité en Amérique par la Société dont nous venons de parler, comptent sur le prix de revient de 2 fr. 29 au moyen d'une usine produisant annuellement 500 tonnes de métal (2). Enfin, la « Société électro-métallurgique française », qui exploite en France les brevets Héroult-Kiliani (3), prétend, de son côté, abaisser ce prix de revient au-dessous de 1 fr. 50 en réunissant, dans une même usine, possédant une force motrice suffisante et convenablement placée, non seulement la fabrication de l'aluminium lui-même, mais aussi celle des matières premières nécessaires, et en isolant trois millions de kilogrammes de métal par année (4).

Mais il ne convient pas de tabler sur des prix n'existant encore que sur le papier. Nous croyons donc qu'on peut se contenter pour le moment des magnifiques résultats acquis déjà, et souhaiter seulement qu'il se fonde rapidement chez nous d'importantes usines pour la fabrication de l'aluminium.

Henry Thivel,
Ingénieur-Conseil du Syndicat pour l'Aluminium.

NOTE SUR LES RÉSISTANCES A LA TRACTION
allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer.

(Suite et fin[5]*).*

Dans des notes précédentes, nous avons indiqué les divers éléments qui, dans les essais de traction, peuvent caractériser les métaux fondus pour essieux, bandages ordinaires et bandages à grande résistance, faisant un ensemble de produits relativement doux. Nous allons passer en revue des aciers plus durs, tels que ceux réservés aux lames de ressorts, pointes de cœurs forgés, rails.

I. — Lames de ressorts. — La Compagnie de chemins de fer que nous avons déjà indiquée précédemment comme ayant étudié par des épreuves à la traction le métal de ses essieux et bandages, a poursuivi les mêmes études sur les barres d'acier destinées à la confection de ses ressorts de voitures et wagons, qu'elle classe en deux qualités, l'une dite extra-supérieure et l'autre qualité courante.

1° Qualité extra-supérieure. — Les épreuves de réception sont :

Sur barres de 1 mètre cintrées à 0^m100, trempées et recuites, on détermine le module d'élasticité ε et l'allongement élastique i :

$$\varepsilon = \frac{6P4}{4iae^2} \qquad i = 6ef$$

P est la charge précédant celle qui a produit une perte de 1 millimètre de flèche dans les essais à la flexion poursuivis par charges de 100 en 100 kilogr., e l'épaisseur de la barre, f la flèche produite. Pour i, la moyenne minimum doit être de $6^{mm}5$ et aucun essai isolé ne doit donner moins de 6 millimètres; de fait, on obtient de 7 à 8 millimètres.

ε doit être au maximum de 20 000; on obtient de 19 à 20 000. Après la limite élastique, on continue les charges par 200 kilogr. successifs jusqu'à rupture du barreau dans l'épreuve.

On fait des essais aux chocs sur morceaux de 0^m200 avec points d'appui de 0^m100; le poids du mouton est de 50 kilogr., la hauteur de chute est $H = \frac{S}{4}$; on opère des flexions et redressements de trois coups successifs. On fait ces essais de pliage sur morceaux de 0,200 avec points d'appui de 0,100 en employant le métal non trempé mais recuit.

Outre ces essais de réception, on fait des essais de traction :

1° Sur barreaux trempés et recuits où on détermine l'effort de rupture R, la limite élastique E, l'allongement A et la striction S, on examine la texture de la cassure, on note la charge provoquant l'allongement élastique de $5^{mm}5$ et celle donnant l'allongement de $6^{mm}5$;

2° Sur barreaux non trempés, mais recuits, on fait les mêmes recherches de E, R, A, S et de la valeur limite de l'allongement élastique à la charge limite d'élasticité.

On obtient ainsi les tableaux suivants où :

P est la charge provoquant l'allongement élastique de 0^m0055 ;
a l'allongement restant après retour de la charge à zéro;
P_1 charge provoquant l'allongement de 0^m0065 ;
a_1 l'allongement restant après retour de la charge à zéro;
a_2 est la valeur limite de l'allongement élastique à la charge limite d'élasticité.

Aciers trempés et recuits (livraisons des usines M).

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	P	a	P_1	a_1
		kg	kg	%	%	kg	m/m	kg	m/m
Octobre 1890. .	8	92,3	118,8	4,2	17,5	18.987	0	20.175	0
Septembre . . .	22	96,0	115,8	5,2	24,2	15.632	0	19.254	0,5
Août	14	95,4	115,2	4,7	23,6	17.229	0	18.271	0,2
Juillet 1889 . .	7	99,9	118,7	5,4	23,1	18.686	0	19.586	0,6
Février	14	101,5	119,5	4,7	20,1	20.475	0	21.167	0,6
—	12	104,3	121,3	4,8	27,5	18.910	0	19.820	0,5
Janvier 1888. .	9	96,2	117,9	5,2	30,3	17.538	0	18.500	0,3
— 1887. .	8	»	117,9	0,5	1,2	»	»	»	»
Moyennes . .	86	97,9	118,2	4,9	23,8	»	»	»	»

Mêmes aciers non trempés, mais recuits.

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	a_2
		kg	kg	%	%	m/m
Octobre 1890. .	8	40,1	76,4	11,1	19,5	2,5
Septembre . . .	22	47,5	83,8	11,9	24,2	5,1
Août.	14	44,2	76,9	12,8	23,7	4,8
Juillet 1889. .	7	49,4	87	10,7	21,4	5
Février	14	47,1	86,6	11,4	29,1	3,7
—	12	45,2	82,1	13,1	35,5	3,1
Janvier 1888. .	9	46,8	84,6	11,1	29,4	3,7
— 1887. .	8	50,1	90,4	8,2	22,3	»
Moyennes . .	86	45,8	82,5	11,7	29,4	»

Même qualité extra-supérieure de lames pour ressorts.
Aciers trempés et recuits (livraisons de l'usine O).

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	P	a	P	a_1
		kg	kg	%	%	kg	m/m	kg	m/m
Juillet 1887 . .	12	113,1	123.4	4,9	24,3	22.042	0	28.992	0
Septembre 1888.	12	103,6	110 »	3,2	27,8	17.462	0	20.463	0
— —	6	105,3	115,8	4,7	26,8	17.280	0	19.480	0
— —	3	114,2	124,2	5	31,6	17,200	0	19,200	0
Moyennes . .	33	109,1	118,3	3,9	27,6	»	»	»	»

Mêmes aciers non trempés, mais recuits.

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	a_2
		kg	kg	%	%	m/m
Juillet 1887 . .	12	46,8	80,9	15,6	41,8	3,8
Septembre 1888.	12	49,4	84,3	13,2	36,4	3,1
—	6	48,7	87,2	12,3	36,9	4,3
—	3	49,2	84,5	14,8	40,7	3,7
Moyennes . .	»	48,5	84,2	13,9	38,9	»

Si on classe par séries progressives de dureté, c'est-à-dire suivant l'effort de rupture sur métal non trempé mais recuit, les aciers des livraisons des usines M et O pour lames de ressorts, qualité extra-supérieure, on obtient le tableau suivant :

	Trempé et recuit				Non trempé, mais recuit				Nombre des essais
Duretés	E	R	A	S	E	R	A	S	
kg kg	kg	kg	%		kg	kg	%		
75—77	93,8	117	4,4	20,5	42,1	76,6	11,9	21,6	22
77—79									
79—81	113,1	123,4	4,9	24,3	46,8	80,9	15,6	41,8	12
81—83	104,3	121,3	4,8	27,5	45,2	82,1	13,1	35,5	12
83—85	102,5	117,0	4,6	28,5	48,2	84,3	12,7	32,7	46
85—87	99,9	118,7	5,4	23,1	49,4	87,0	10,7	21,4	7
87—89	105,3	115,8	4,7	26,8	48,7	87,2	12,3	36,9	6

Le rapport $\frac{E}{R}$ qui, avant trempe, est de 55 à 58 %, augmente notablement par la trempe; il atteint 83 % à l'usine M et 91 et 92 % à l'usine O.

Avant et après trempe, les allongements sont sensiblement constants dans les limites de dureté de 75 à 89 kilogr.

Avant trempe, pour les aciers durs comme pour les aciers doux, les accroissements de résistance élastique sont sensiblement moitié de ceux des efforts de rupture.

La somme R + S se rapproche sensiblement d'une constante voisine de 124.

Après trempe, les quatre éléments E, R, A, S varient peu, mais ces résultats peuvent tenir aussi bien à l'intensité de la trempe, qui peut offrir certaines variations, qu'à la nature même du métal.

(1) Voir la communication de M. Jordan à la Société des Ingénieurs civils de France, séance du 3 avril 1891.

(2) Voir la notice de la Société en formation pour la fabrication en France de l'aluminium pur et de ses alliages, par les brevets Hall de la « Pittsburg Reduction Company » (Leclerc, Paris, novembre 1891).

(3) Voir le *Génie Civil*, tome XVII. n° 1, p. 1.

(4) Voir la notice de la Société électro-métallurgique française (Comte-Jaquet, Bar-le-Duc, 1891).

(5) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 16, p. 259; n° 18, p. 295.

Digitized by Google

2° *Aciers à ressorts de qualité courante.* — Les conditions du cahier des charges sont :

$\varepsilon = 25\,000$ kilogr. au maximum ; i allongement élastique doit avoir en moyenne au plus $4^{mm}5$, avec aucun essai isolé en dessous de 4 millimètres ;

P est la charge donnant $3^{mm}5$ d'allongement ;

P_1 est la charge donnant $4^{mm}5$ d'allongement ;

ε reste en fait entre 20 et 21 tonnes.

Les résultats obtenus par les livraisons de l'usine H pendant les trois années consécutives sont d'une régularité remarquable :

Aciers trempés et recuits (usine H).

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	P	a	P_1	a_1
		kg	kg	%	%	kg		kg	
Août 1887	39	79,3	93,4	6,1	37,4	15.571	0	17.671	0
Octobre 1887	6	81,3	97,4	4,6	30	19.750	0	22.350	0
Novembre 1887	5	83,1	94,7	4,9	34,1	16.600	0	17.780	0
Septembre 1888	5	90,6	104,1	3,5	20,0	15.167	0	17.767	0
—	3	92,1	103,6	4,5	29,5	16.300	0	18.200	0
—	4	79,1	90,6	6	41,5	14.833	0	15.633	0
—	4	84,3	100,4	8,5	28,4	16.633	0	17.900	0
—	1	79,7	95,8	5,6	30,0	16.900	0	17.700	0
—	3	83,4	98,3	4	29,8	16.433	0	18.367	0
—	3	75,6	92,2	5,2	37,3	14.067	0	14.900	0
—	3	71,9	88,5	4,5	21,8	13.000	0	14.650	0
—	3	80,5	95,3	5,0	30,7	13.400	0	17.100	0
Décembre 1888	4	73,7	100	4	20,8	11.900	0	14.550	0,1
—	3	76,3	92,3	6,1	39,1	13.533	0	16.433	0
Janvier 1889	4	92,4	103,3	3,1	24,6	11.725	0	14.625	0
—	3	85,5	101	4,7	33,8	11.700	0	15.267	0
Juillet 1889	2	90,4	103,7	4,1	20,5	14.950	0	17.850	0
—	3	83,2	98,1	5,2	30,6	15.633	0	17.300	0
—	3	76	94,2	5,8	36,7	14.433	0	15.233	0,2
—	4	72,6	89,0	4,9	45,2	12.600	0	13.750	0
—	3	81,6	100,3	5	40,2	13.933	0	15.600	0
Août 1889	4	76,4	97,7	6	32,9	12.800	0	14.150	0,1
—	3	79,5	98,1	5,9	32,3	13.633	0	15.067	0
Avril 1890	1	73,4	90,6	6,4	42,7	10.800	0	13.800	0
—	1	72,1	92,8	5,8	30	9.400	0	13.100	0
—	1	78,4	101,6	6,1	29,0	8.300	0	12.000	0
—	1	68,8	92,4	7,3	37,6	11.400	0	15.600	0
—	1	52,7	77,7	7,5	44,1	9.600	0	10.100	0
—	1	51,3	78,3	8	40,6	10.400	0	12.800	0,5
Août 1890	3	72,2	93,4	6,7	38,9	12.700	0	15.500	0
—	3	71,4	90,6	6,3	33,4	10.766	0	12.366	0
—	1	49,5	79,2	6,5	31,2	9.300	0	9.600	0,5
—	2	75,3	91,0	5,9	39,8	13.950	0	16.850	0
—	3	72,1	88,9	6,7	44,1	11.300	0	13.200	0,2
Moyennes	133	76,6	94,4	5,6	32,9	»	»	»	»

Mêmes aciers à ressorts, qualité courante, de l'usine H, non trempés, mais recuits.

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	a_3
		kg	kg	%	%	m/m
Août 1887	39	40,7	66,8	19,3	41,8	2,4
Octobre 1887	6	39,3	65,7	16,9	24,4	2,5
Novembre 1887	5	38,2	70,8	14,7	31,7	2,2
Septembre 1888	5	41,5	74,6	12,4	27	2,9
—	3	39,8	71,7	13,2	37,2	2,5
—	4	36,8	68,0	15,7	38,5	3,1
—	4	40,6	73,9	13,4	33,3	3,4
—	1	35	69,2	17,5	38,3	1,7
—	3	39,3	74,8	12,3	31,6	2,2
—	3	37,4	72,5	12,3	31,5	2,5
—	3	39,2	74,1	13,6	32,8	2,8
—	3	36,0	68,4	16,2	37,9	2,5
Décembre 1888	4	39,1	72,7	13,8	34,5	3,4
—	3	38,8	71,3	16,3	38,8	3,8
Janvier 1889	4	39,7	71,7	14,3	32,3	3,8
—	3	39,3	67,1	17,8	38,6	3,3
Juillet 1889	2	40,3	71,7	14	33,6	2,5
—	3	37,3	64,9	16,6	38,2	1,3
—	3	37,2	67,5	17,2	34	3,3
—	4	37,9	66	15,9	32,9	4,4
—	3	37,4	68,3	15,6	30,6	3,3
Août 1889	4	37,2	66,4	17,6	32	3,1
—	3	36,9	68,7	14,8	24,4	3,3
Avril 1890	1	37,4	70,5	15	29,5	2,5
—	1	34,7	61,7	19	38,3	3

Dates des essais	Nombre des essais	E	R	A	S	a_2
		kg.	kg.	%	%	m/m
Avril 1890	1	35,8	65,3	17 »	33,2	3 »
—	1	35,4	62,4	17,8	29,1	2,5
—	1	33,2	60 »	19,5	32,6	2,5
—	1	33,8	62 »	20,3	38,8	2,5
Août	3	36,3	66,7	16,2	29,7	4,4
—	3	36,7	66,3	16,7	34,1	3,5
—	1	37,7	66,5	16,7	33,5	3,8
—	2	34,7	62,2	17,9	31,5	2,9
—	3	38 »	63,9	18,7	39,1	3,5
Moyennes	133	37,6	68,1	16,1	33,7	»

En classant par ordre de dureté avant trempe suivant les efforts de rupture, on obtient les résultats suivants :

	Métal trempé et recuit				Métal non trempé mais recuit			
Duretés	E	R	A	S	E	R	A	S
kg. kg.	kg.	kg.	%	%	kg.	kg.	%	%
59—61	52,7	77,7	7,5	44,1	33,2	60 »	19,5	32,6
61—63	66,9	90,1	6,7	35,2	34,7	62,1	18,7	34,4
63—65	77,6	23,5	5,9	37,3	37,6	64,4	17,6	38,6
65—67	72,7	92,8	5,9	34,7	37,7	66,2	17 »	32,7
67—69	80,4	96,6	5,4	35,9	37,3	68 »	16,2	34 »
69—71	72,7	93,7	5,6	35,6	36,9	70,2	15,7	33,2
71—73	83,4	99,2	4,5	28,6	39,2	71,9	13,9	34,6
73—75	82,6	97,8	5,1	25 »	40,2	74,4	12,9	31,2
Variations.	+29,9	+20,1	—2,4	—19,1	+7 »	+14,4	—6,6	—1,4

Sur le métal non trempé mais recuit, les variations en E, limite élastique, et A allongement, sont égales et moitié de celles de R, effort de rupture, le recuit donne une belle striction à l'acier le plus dur et la striction reste constante dans les limites de dureté de 60 à 75 kilogr. sur métal non trempé mais recuit.

La trempe augmente le rapport $\frac{E}{R}$ qui est de 55 % sur le non trempé recuit et de 81 % sur le trempé recuit.

Sur le métal non trempé recuit, la somme E + A est constante et aux environs de 54, la striction reste uniforme aux divers degrés de dureté.

Sur le métal trempé recuit, la somme R + S reste constante aux environs de 127 avec A sensiblement pareil pour toutes les duretés.

On n'a pas fait d'essais de traction sur le métal naturel, ni trempé, ni recuit ; d'après ce qui précède, on aurait très probablement R + S constant aussi bien que E + A. La trempe annule les variations de A et le recuit les variations de S.

La trempe augmente les efforts de rupture d'un tiers et double les limites élastiques.

Les variations de E limite élastique, dans le métal trempé recuit, sont quatre fois plus grandes que celles de E dans le métal non trempé recuit.

Les modifications dans le métal par la trempe et le recuit se traduisent par des chiffres simples dans les éléments essentiels E, R, A, S des essais de traction.

II. — **Métal dur.** — *Pièces de forge en acier pour croisements rabotés.* — Une des Compagnies de Chemins de fer du réseau français utilise pour ses croisements des pointes de cœur en acier forgé, métal dur.

Des essais suivis pour effort de rupture, effort élastique, allongement et striction, ont été poursuivis sur des livraisons de l'usine métallurgique L déjà citée précédemment et permettent de constater pour ce métal très dur, à haute résistance, certaines relations entre ces quatre éléments plus ou moins analogues à celles déjà constatées dans les aciers doux pour essieux et bandages à grande résistance et lames de ressorts. Ils sont relatés dans le tableau suivant.

Les conditions du cahier des charges sont :

$$R = 75 \text{ kilogr.}$$
$$A = 12\ \%.$$

Dates des essais	E	R	A	S
	kg.	kg.	%	
Août 1888	46,4	79,8	9 »	15 »
—	47,4	82 »	9 »	16 »
Septembre	49,1	79,8	9,5	19 »
—	49,7	81,5	11,7	20 »
Octobre	50,9	97,4	8 »	12 »
—	48,3	89,6	6 »	15 »
—	49,2	91 »	11 »	19 »
—	50,9	91,5	11 »	20 »
Novembre	51,5	91,7	9 »	14 »
—	48,7	85,5	11 »	18 »
—	50,4	89,4	9 »	12 »
—	50,9	87,7	8 »	14 »
—	52 »	92,2	10 »	18 »
Décembre	51,5	84,9	10 »	14 »
—	50,4	85,4	11 »	22 »
—	49,9	83,1	10 »	18 »
—	50,9	87,7	10 »	18 »
—	50,9	87,7	9 »	14 »
Janvier 1889	50,9	93,4	9 »	16 »
—	50,4	92,2	10 »	16 »
—	50,9	90,5	9 »	14 »
Moyennes	50 »	87,8	9,5	16,4
Ecarts en plus	2 »	9,6	2,2	5,6
Ecarts en moins	» 7	8 »	3 »	4,4
Ecarts totaux	3,7	15,6	5,2	10 »

Le rapport $\frac{E}{R}$ va toujours croissant à mesure de la dureté du métal :

Il était de 48 % pour essieux doux.
— 52 — bandages doux.
— 53 — — à grande résistance.
— 55 — lames de ressorts, métal dur.
Il est de 57 % pour pointes de cœur, métal très dur.

Dans ce métal très dur pour pointe de cœur, les variations dans la limite d'élasticité ne sont guère que le quart de celle de l'effort de rupture, tandis qu'elles en atteignaient la moitié dans le métal doux, demi-dur ou dur.

Digitized by Google

Dans le cas de cet acier extra-dur, la striction n'a pas été mesurée directement comme dans les expériences précédentes, elle a été calculée d'une façon approximative par les allongements constatés sur les quatre quarts successifs de la barrette de 200 millimètres de long divisée par des coups de pointeau en quatre sections de 50 millimètres. Les chiffres obtenus sont des minima plus ou moins voisins de la réalité, étant admis que la striction est uniforme sur la longueur de 50 millimètres où a eu lieu la rupture du barreau.

Pour les métaux très durs les variations en striction ne sont plus les mêmes que celles des efforts de rupture, les strictions décroissent moins vite que ne croissent les résistances de rupture.

Le tableau suivant résume les résultats pour ce métal très dur classé par séries progressives de dureté :

Duretés	E	R	A	S	R+A	R+S	E+A	E+S
kg kg	kg	kg	%					
79—81	47,8	79,8	9,3	17	89,1	96,8	57,1	64,8
81—83	48,5	81,3	10,3	18	91,6	99,3	58,8	66,5
83—85	50,7	84	10	16	94	100	60,7	66,7
85—87	45,1	85,5	11	20	96,5	107,5	56,1	65,1
87—89	50,9	87,7	9	15,3	96,7	102	59,9	66,2
89—91	49,8	89,8	8	14	97,8	103,8	57,8	63,8
91—93	50,8	91,7	10,2	17,4	101,9	109,1	61	68,2
93—95	50,9	95,4	8,5	14	103,9	109,4	59,4	64,9
Variations	+3,1	+15,6	—0,8	—3,0	+4,8	+12,6	+2,3	0,1

Pour ce métal très dur, ce n'est plus R+S qui est constant, mais bien E+S qui flotte autour de 65.

E+A est également sensiblement constant et voisin de 56.

Les variations en striction sont les mêmes que celles en allongement, ce qui est naturel, dans les barrettes en acier très dur; l'allongement se fait sensiblement d'une façon uniforme sur toute la longueur de la barrette, et à la rupture la section n'est pas exceptionnellement amoindrie comme dans les métaux doux.

III. Rails. — Une des Compagnies de Chemins de fer du réseau français utilise des rails fabriqués dans deux usines métallurgiques travaillant par le procédé Bessemer des minerais en provenance de Bilbao.

De nombreux essais de traction, faits toujours sur barreaux de 200 millimètres de long et 20 millimètres de diamètre, ont donné les résultats suivants :

$$R = 71{,}5 \text{ kilogr.}$$
$$A = 17{,}2\ \%$$
$$S = 37{,}2\ \%$$
$$R + S = 108{,}7$$

Les épreuves de rails consistent surtout en essais au choc et à la flexion dans les conditions de pose rappelant celles de leur emploi dans la voie.

Les essais de traction sont secondaires et sont faits surtout au point de vue de la spécification du métal comparativement à ceux employés dans les divers travaux de chemins de fer.

Résumé. — Pour les divers métaux employés dans le matériel des chemins de fer, rails, essieux, bandages, ressorts, pointes de cœur, etc., la première condition à remplir est celle de la sécurité.

Pour remplir ce but, le métal doit avant tout être aussi pur que possible de matières étrangères et homogène.

Pour être homogène, le métal fondu doit être produit et coulé à température aussi haute que possible; cette température doit être proportionnée à l'état réfractaire du métal, d'autant plus haute que le métal est plus doux.

Les essais de choc, de tous les plus essentiels, éliminent forcément les métaux impurs et ceux non homogènes.

Mais ce résultat étant obtenu, il est nécessaire d'apprécier pour chaque emploi la nature plus ou moins douce de l'acier qui convient le mieux pour cet emploi.

A cet égard les épreuves de traction qui donnent les limites de rupture, d'élasticité, d'allongement et de striction sont de beaucoup les plus simples et les plus pratiques pour réaliser un criterium net et précis de chaque qualité de métal.

Pour tous les métaux doux, demi-doux, demi-durs et durs, le criterium voulu se donne par une certaine constance de la somme R+S avec un minimum de R.

Pour les aciers extra-durs, la somme E+S vient se substituer à la première formule.

Rappelons sommairement ces constantes et minima pour les emplois étudiés dans cette note :

1° — Essieux ordinaires pour voitures de wagons,
$$R + S = 104$$
avec minimum $R = 45$ kilogr.

2° — Bandages ordinaires pour voitures et wagons,
$$R + S = 98$$
avec minimum $R = 50$

3° — Bandages à grande résistance pour machines,
$$R + S = 108$$
avec minimum $R = 65$ kilogr.

4° — Lames de ressorts ordinaires, qualité courante,
$$R + S = 127$$
sur métal trempé et recuit.

5° — Pointes de cœur,
$$E + S = 65$$
avec minimum $E = 45$ kilogr.

6° — Rails,
$$R + S = 108$$
avec minimum $R = 65$ kilogr.

Les chiffres adoptés pour ces constantes et ces minima sont naturellement à modifier d'après un examen plus détaillé qui pourrait être fait des carnets de réception des Ingénieurs chargés du contrôle de réception.

MUSSY,
Ingénieur en chef des Mines.

CHEMINS DE FER

LE CHAUFFAGE DES TRAINS DE CHEMINS DE FER

Compagnie des chemins de fer de l'Est.

(Planche XXV. — Suite [1].)

Nous terminerons avec cette note l'étude des appareils de chauffage mis en service par la Compagnie des chemins de fer de l'Est et des progrès les plus récents qu'elle a réalisés dans cet ordre d'idées.

Chauffage par thermo-siphons à chaufferettes. — Ce système de chauffage, dont l'emploi à la Compagnie de l'Est a été jusqu'à présent relativement restreint, bien qu'il ait été créé par elle en 1873 [2], est fondé sur le principe de la circulation constante d'un courant d'eau chaude dans des chaufferettes encastrées dans le plancher, avec un foyer par véhicule.

Description de l'appareil. — L'appareil comprend dans ses détails :

Une chaudière en fonte (fig. 1 et 2) à grille tournante et foyer intérieur fournissant de l'eau à 100° ou environ, qui s'élève par une canalisation partant de son niveau supérieur dans une série de chaufferettes en fonte encastrées dans le plancher de la voiture, au milieu de l'intervalle qui sépare les deux banquettes de chaque compartiment.

Un tuyau de retour d'eau, sur lequel sont branchées les chaufferettes à leur extrémité opposée, recueille l'eau refroidie et la ramène à la partie inférieure de la chaudière, où elle se réchauffe à nouveau pour recommencer le même circuit.

La chaudière est fixée contre un des brancards extérieurement au châssis au moyen de supports en col de cygne.

Une tubulure placée à la partie supérieure de la chaudière reçoit la cheminée à double enveloppe qui s'élève le long du panneau de caisse. Une valve de réglage, permettant de modérer l'activité du feu, est placée à la naissance du tuyau de fumée; cette valve, montée sur un pivot auquel est adaptée une clef, se meut dans l'intérieur de la cheminée au moyen de la manœuvre de cette clef, qui vient s'engager dans les crans d'un secteur venu de fonte avec la pièce.

Pour assurer une égale répartition de la chaleur, la chaudière est placée vers le milieu de la voiture, et elle alimente par deux branchements distincts les chaufferettes des compartiments d'avant et celle d'arrière.

L'un des tuyaux de départ se termine par un entonnoir placé à l'extrémité de la voiture et servant au remplissage.

Les chaufferettes sont en fonte ou en tôle galvanisée ; celles en fonte ont été coulées ouvertes à leurs extrémités pour la facilité du moulage, et sont fermées au moyen de brides et de boulons ou goujons.

Un vase d'expansion, reposant sur le plancher de la voiture au-dessous de la banquette du compartiment du milieu, a pour but de recevoir le trop-plein de l'appareil, résultant de la dilatation, et en même temps d'emmagasiner une certaine quantité d'eau destinée à remplacer celle perdue par évaporation. Ce vase communique, d'une part, avec la canalisation de l'appareil, d'autre part, avec l'atmosphère, par un tuyau de trop-plein.

La communication avec l'atmosphère est assurée d'autre part, pour chaque chaufferette, par les tuyaux de départ d'air, de sorte qu'il n'y a pas à craindre que la pression intérieure puisse dépasser la pression atmosphérique.

En outre, et pour diminuer la température qui était supérieure dans les voitures de première classe en raison du nombre plus faible de chaufferettes alimentées par le même type de chaudière, on a appliqué aux appareils de ces voitures des *robinets de réglage* du courant d'eau chaude aux points d'arrivée d'eau dans les chaufferettes, entre ces dernières et le tuyau de départ.

Les boisseaux de ces robinets présentent une ouverture triangulaire; leur manœuvre permet de modérer, soit indépendamment l'une de l'autre, soit uniformément, les températures des trois chaufferettes de la voiture, ou même d'isoler complètement du circuit une ou plusieurs et même toutes les chaufferettes de la voiture.

Lorsqu'un compartiment a été isolé, il suffit de quelques minutes pour obtenir une température normale, en ouvrant le robinet correspondant à la chaufferette de ce compartiment.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 15, p. 255 ; n° 19, p. 30.

(2) C'est à la suite de l'essai de divers appareils de chauffage, et notamment de l'appareil thermo-siphon de MM. Weibel et Briquet en 1872-1873, que la Compagnie de l'Est fut amenée à créer l'appareil thermo-siphon à chaufferettes. (Voir *le chauffage des voitures de toutes classes sur les chemins de fer*, par L. REGRAY. Paris, 1876. — Imprimerie Paul Dupont.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAUFFAGE DES TRAINS DE CHEMINS DE FER

Poëles de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

Fig. 1

Coupe longitudinale d'une Voiture avec installation d'un poele pour le chauffage de la caisse supérieure.

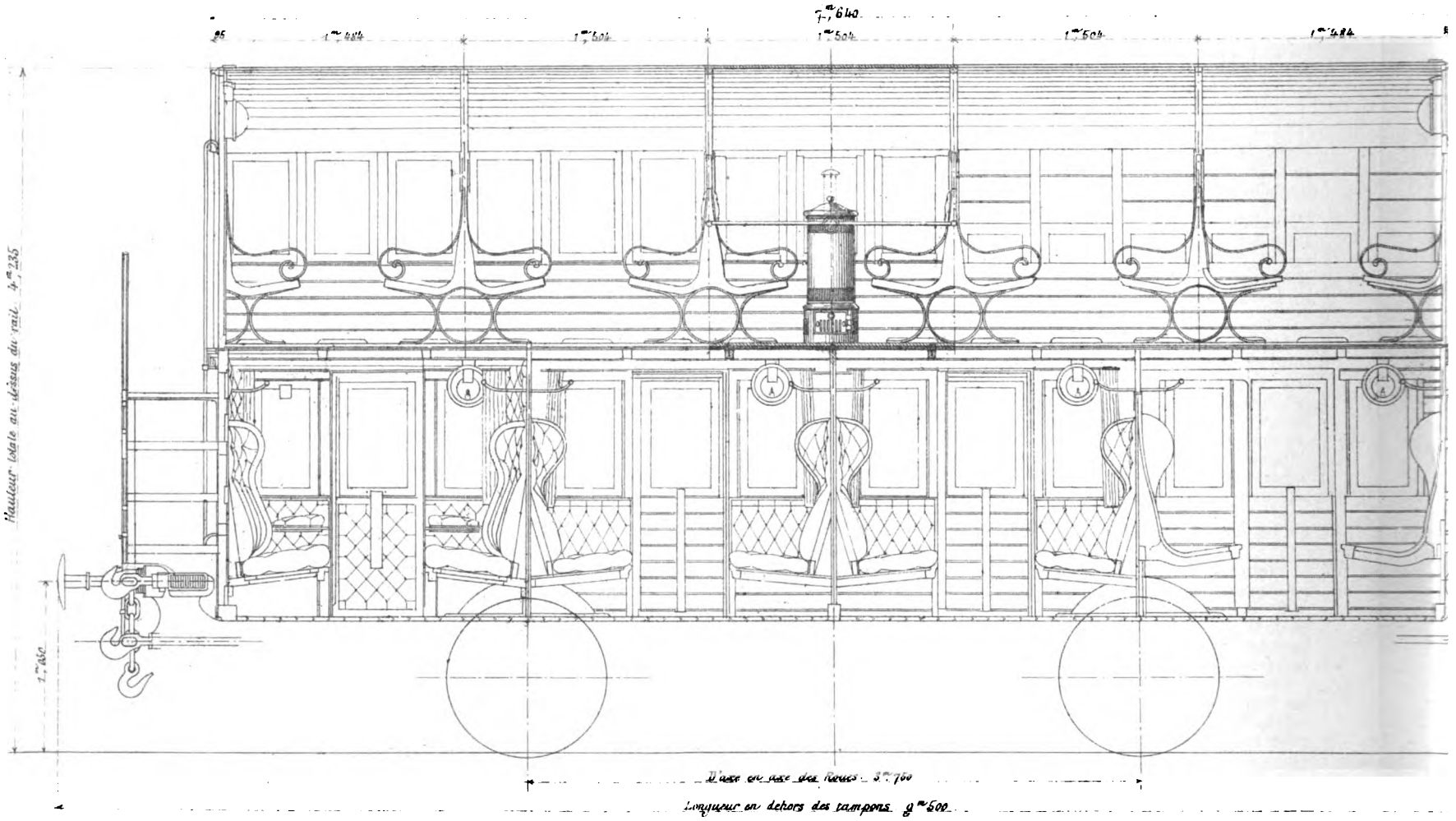


Fig. 2.

Coupe transversale

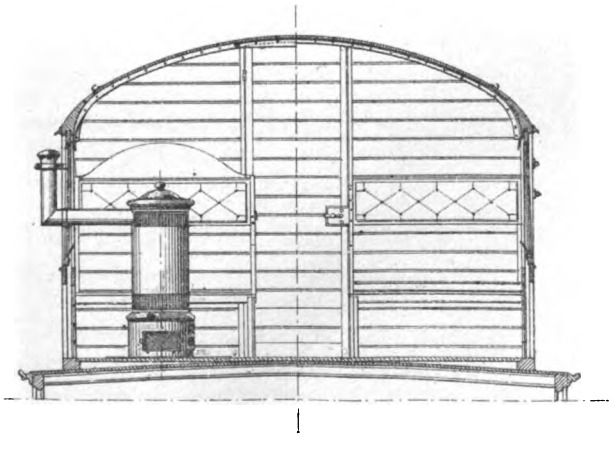
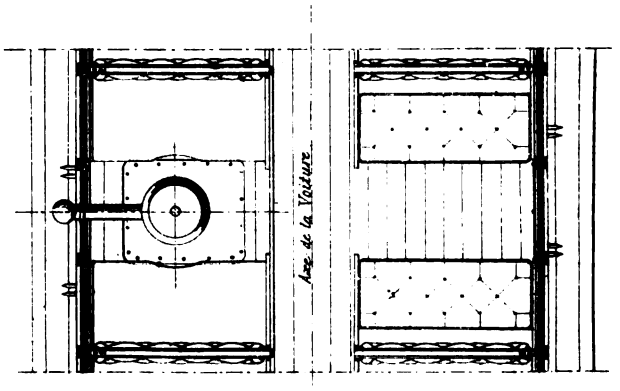


Fig. 3

Coupe en plan.



Digitized by Google

Fig. 4. Coupe verticale perpendiculaire à la cheminée.

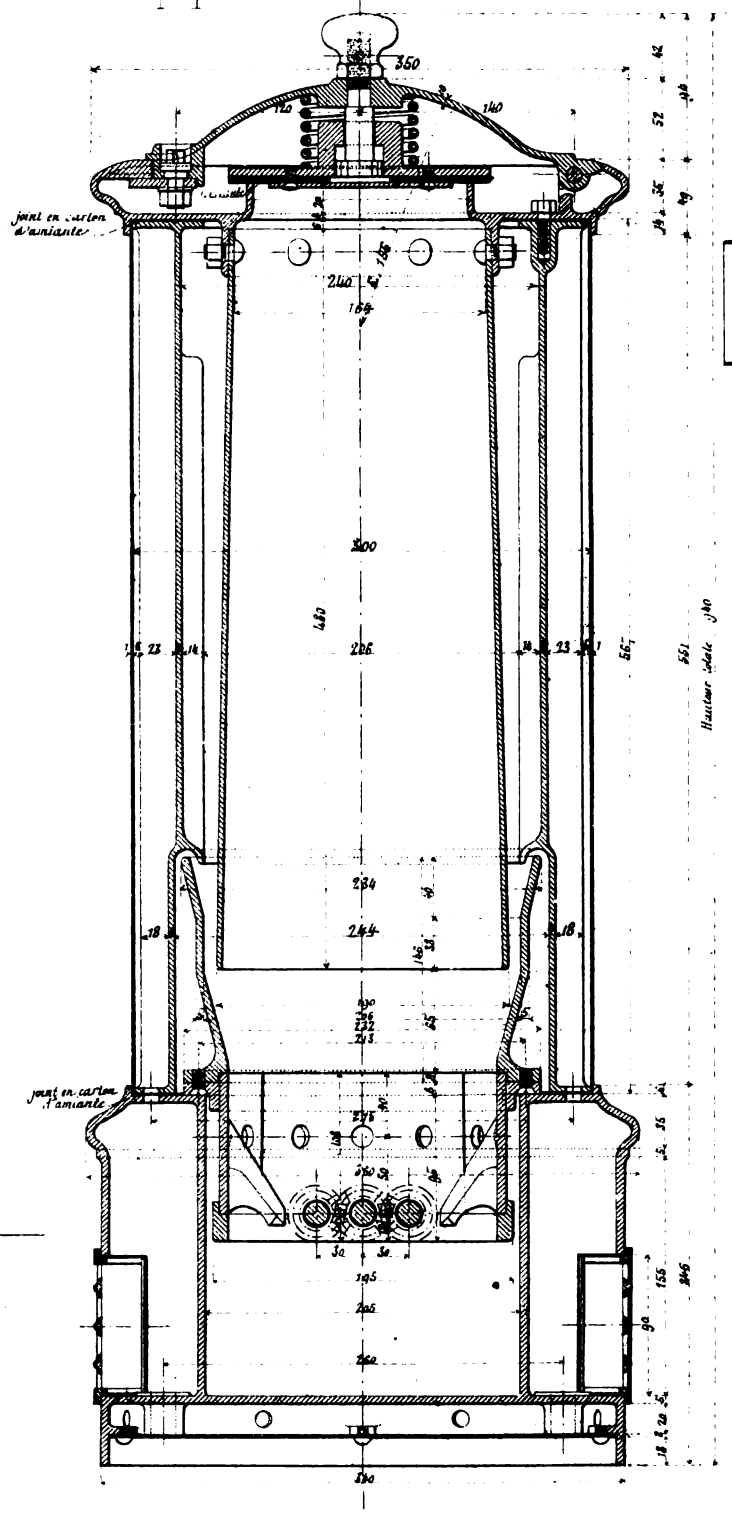


Fig. 5. Coupe verticale par l'axe de la cheminée.

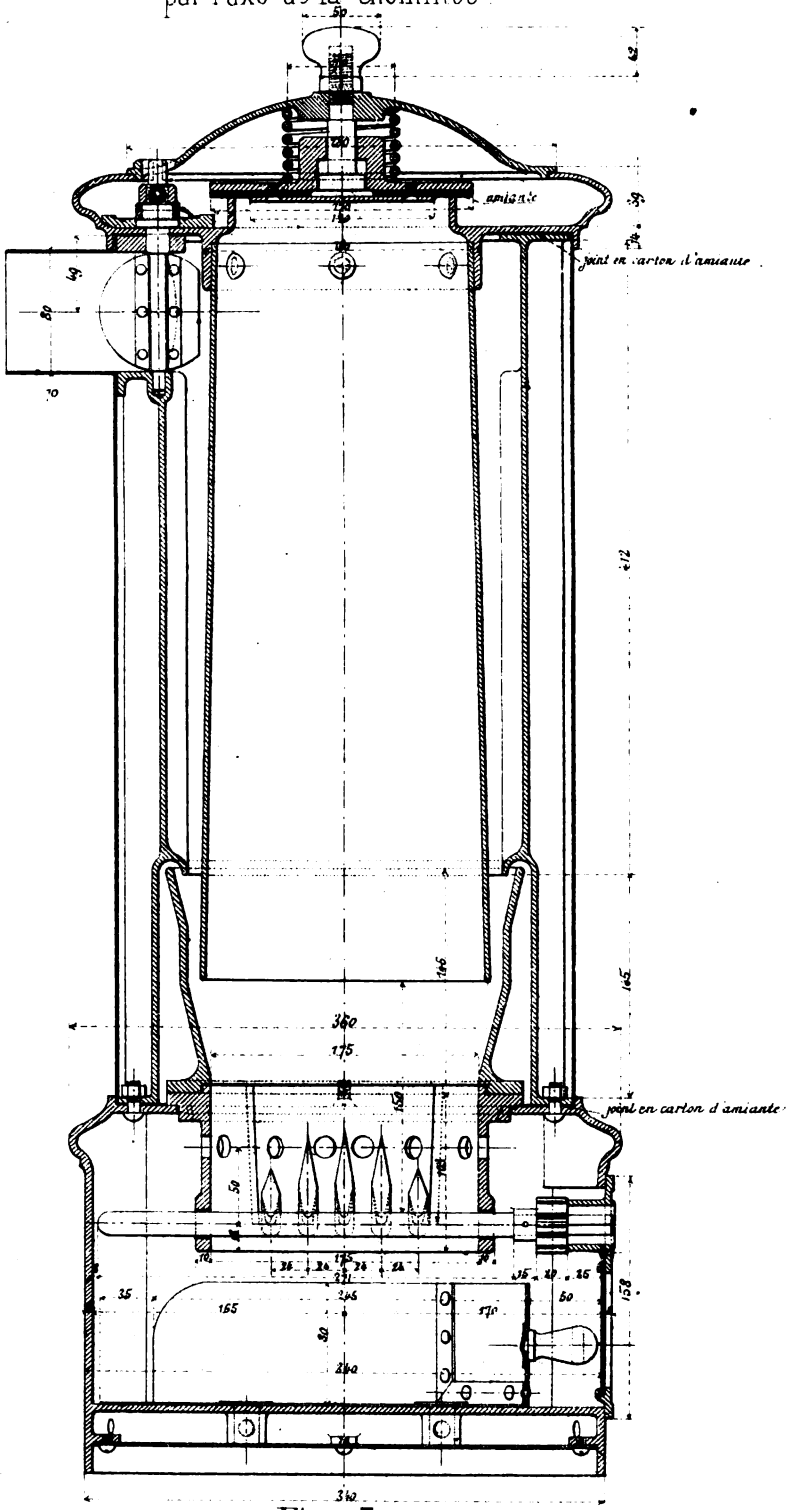
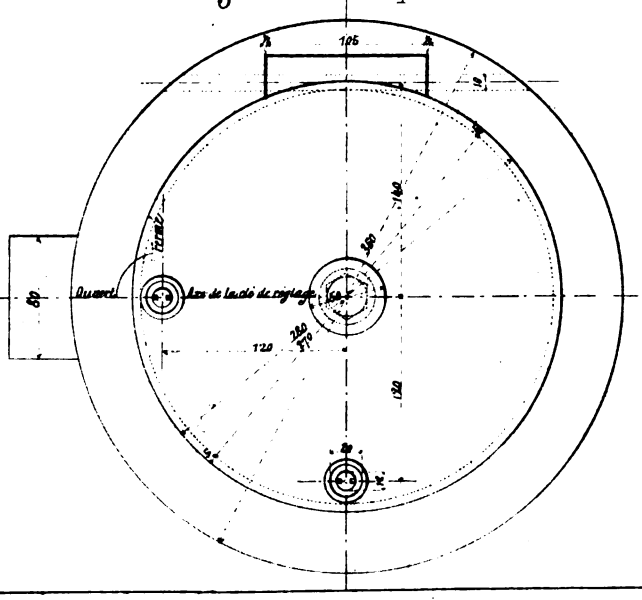


Fig. 6. Vue en plan.



Coupe horizontale par l'axe de la cheminée.

Coupe horizontale par la grille

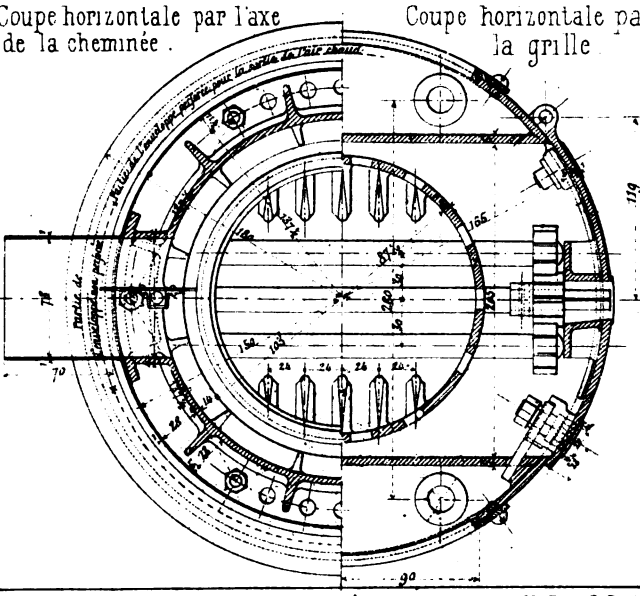


Fig. 7.

Imp^le Auto. Aost et Gentil, 188, Faub. St-Denis, Paris. (5533) 4 82

Digitized by Google

Digitized by Google

Enfin l'adoption de ces robinets modérateurs a nécessité l'adjonction d'un deuxième vase d'expansion dans les premières classes, lequel est destiné à parer aux pertes d'eau par ébullition ou évaporation, qui sont plus considérables lorsque le circuit n'a lieu que dans une ou deux chaufferettes.

La quantité d'eau contenue dans l'appareil est de :

80 litres pour une 1re classe,
100 — pour une 2e classe,
115 — pour une 3e classe.

Le poids de l'appareil vide est de :

650 kilogr. pour une 1re classe,
775 — pour une 2e classe,
900 — pour une 3e classe.

Les foyers sont alimentés avec la *tête de moineau d'Arsimont*, mais ils pourront l'être également soit avec du coke, soit avec l'anthracite.

Les appareils sont soignés pendant les stationnements de voitures dans les gares terminus et à leur passage dans les gares intermédiaires, par des nettoyeurs faisant également fonctions de chauffeurs pendant l'hiver.

L'effectif des véhicules munis de ce système de chauffage est peu élevé :

55 voitures, dont 13 de 1re classe, 13 de 2e classe et 29 de 3e classe font le service de la ligne de Paris à Avricourt ;

7 voitures, dont 2 de 1re classe et 5 de 3e classe assurent spécialement le service de la ligne de Lérouville à Sedan ;

Enfin, 4 couplages à 2 véhicules chacun, formés des anciennes voitures de Lérouville à Sedan et également chauffés par des thermo-siphons, sont affectés au service des trains-tramways des petites lignes : d'Epernay à Ay ; de Conflans-Jarny à Briey ; d'Ouville à Thiaucourt.

Indépendamment de ces 70 véhicules, la Compagnie de l'Est va mettre prochainement en service cinq nouvelles voitures de 1re classe à couloir latéral et water-closet, qui seront chauffées au moyen d'appareils thermo-siphons disposés de manière à pouvoir réchauffer, indépendamment des compartiments, l'eau du réservoir du water-closet, afin d'empêcher sa congélation en hiver.

Chauffage par poêles. — A la suite d'essais préliminaires qui avaient été faits à la fin de la saison d'hiver 1890-1891, la Compagnie de l'Est a entrepris de chauffer cette année au moyen de poêles les impériales fermées de ses voitures à deux étages, affectées tant au service de la banlieue du grand réseau qu'à celui de la ligne de Vincennes.

Description du poêle (Pl. XXV). — A cet effet, chaque impériale a été pourvue d'un poêle placé sur le milieu du compartiment et près d'une des parois longitudinales de la caisse supérieure. Ce poêle se compose essentiellement :

D'un corps cylindrique en fonte muni d'ailettes à l'extérieur et à l'intérieur, qui renferme une trémie de chargement. Ce corps cylindrique repose sur un socle en fonte qui est lui-même solidement fixé par des boulons au plancher de la caisse dont il est isolé par une tôle de protection ;

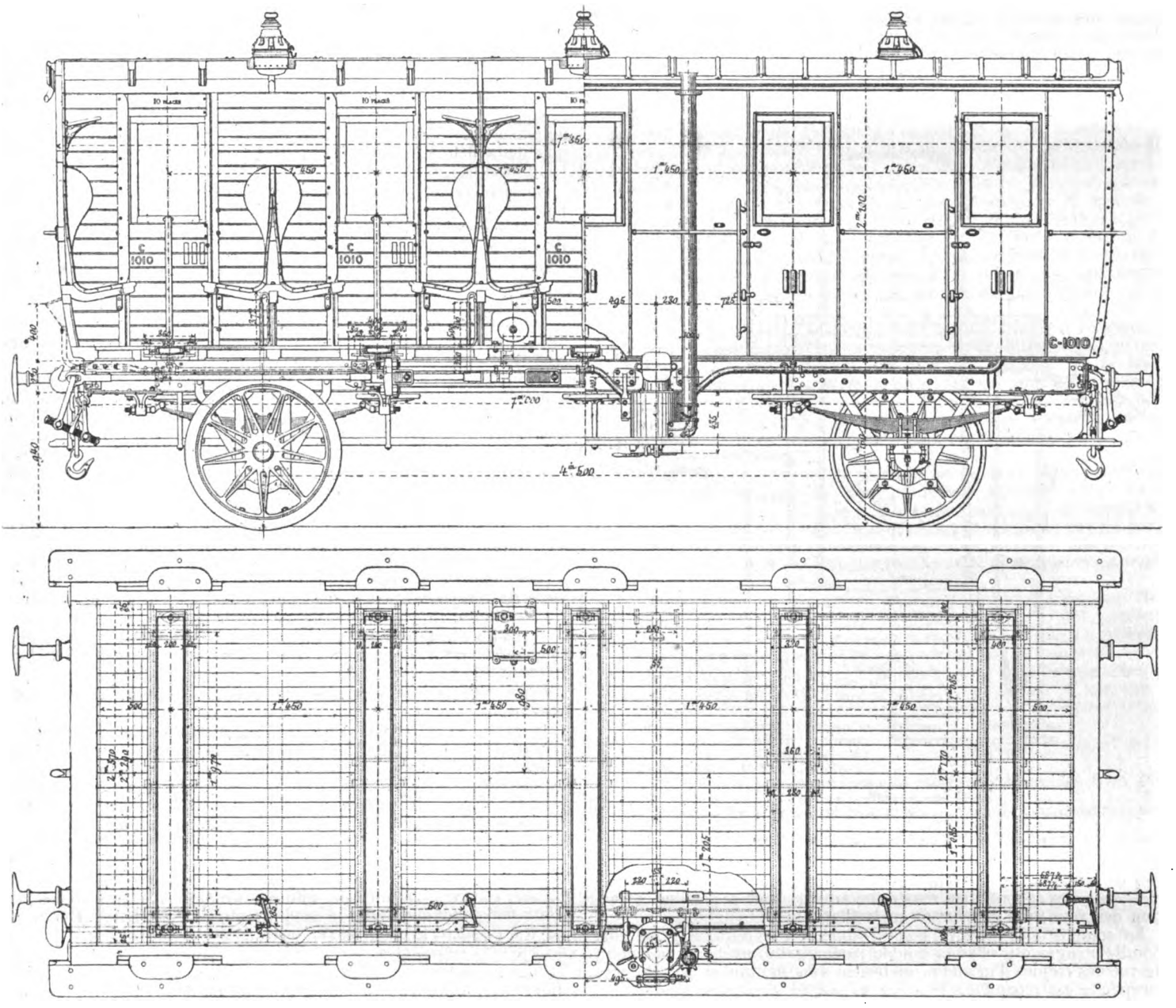


Fig. 1. — Chauffage des wagons par thermo-siphon à chaufferettes. Application à une voiture de 3e classe de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

D'une porte en fonte avec registre, montée à charnière sur le socle qui peut se fermer au moyen d'un loqueteau se manœuvrant à l'aide d'une clef spéciale servant également pour le registre ;

D'un foyer en fonte en quatre parties, fixé au centre du socle et dans lequel pénètre la partie inférieure de la trémie. Ce foyer porte à sa base une grille spéciale, dont la disposition est brevetée et dite *Grille-manivelle*, composée de deux parties fixes faisant corps avec le foyer et de 3 barreaux mobiles en fer. Ces barreaux, qui peuvent s'enlever lorsque la porte du socle est ouverte, sont munis chacun d'un pignon denté qui engrène avec le pignon du barreau voisin. Le barreau du milieu porte, en outre, à l'extrémité sur laquelle est monté le pignon, une partie carrée disposée pour recevoir une manivelle ; il suffit d'imprimer, au moyen de la manivelle, un mouvement de rotation au barreau du milieu pour faire tourner en sens inverse les deux autres barreaux et, par suite, décrasser la grille.

Digitized by Google

Un cendrier en tôle s'introduisant sous le foyer par la porte du ocle, complète la disposition inférieure de l'appareil.

A sa partie supérieure, le poêle est fermé par un couvercle monté à charnière sur un chapiteau qui réunit à la fois la trémie de chargement, le corps cylindrique et l'enveloppe extérieure du poêle. La fermeture du couvercle s'obtient par un loqueteau semblable à celui de la porte du socle.

Pour assurer la fermeture hermétique de la trémie, le dessous du couvercle est muni d'une rondelle garnie de carton d'amiante. Cette rondelle, actionnée par un ressort à boudin, vient former joint étanche sur le bord supérieur de la trémie lorsque le couvercle est rabattu. Les joints du corps de foyer sur le socle sont également garnis de carton d'amiante assurant leur étanchéité parfaite.

Les gaz de la combustion s'échappent au dehors par une cheminée fixée au corps cylindrique du poêle, et pour le passage de laquelle on a substitué une plaque de tôle à l'un des châssis de glace.

Une valve de réglage du tirage de la cheminée permet de modérer le fonctionnement du poêle en le réduisant, s'il est nécessaire, à son minimum, mais sans jamais l'annuler. Cette valve se manœuvre à l'aide de la même clef, qui sert à fermer le couvercle et la porte du socle.

Par suite des dispositions adoptées, les divers organes permettant d'assurer le fonctionnement du poêle ou de régler ses conditions de marche selon les circonstances atmosphériques (manœuvres du couvercle de chargement, de la porte du cendrier, de la grille et de la

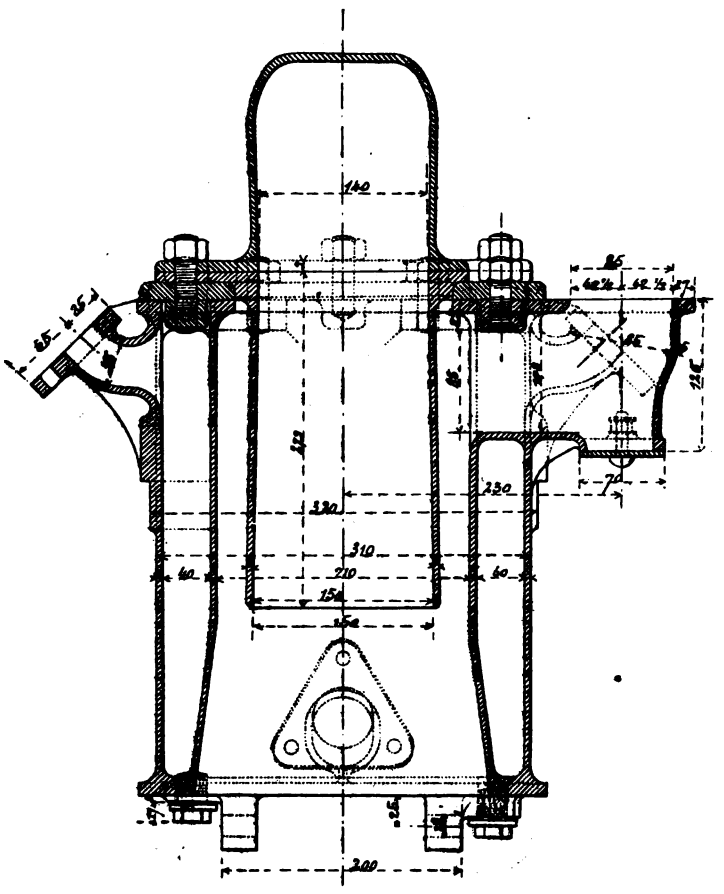


Fig. 2. — Chaudière à grille tournante pour thermo-siphon.

clef de réglage), ne peuvent être mis en mouvement qu'à l'aide de clefs spéciales et sont ainsi soustraits, autant qu'il est possible, à l'action des voyageurs curieux ou malveillants.

Le combustible employé pour l'alimentation des poêles est une houille maigre qui offre la double particularité, précieuse au point de vue des risques d'incendie, de brûler sans flamme et de s'éteindre lorsqu'elle est répandue.

Sa composition est la suivante :

Carbone fixe	83,095
Gaz	7,430
Cendres	8,545
Eau	0,930

La contenance totale de la trémie, y compris la partie du foyer au-dessus de la grille, est d'environ 13 litres.

Lorsque le tirage de la cheminée est modéré et que le tisonnage du feu a été fait convenablement, les poêles peuvent fonctionner environ douze heures sans recevoir de soins.

L'entretien et le chargement des appareils ne se font d'ailleurs que dans les gares de formation des trains où les stationnements sont toujours d'assez longue durée.

L'installation de ces poêles nécessite la suppression, pendant la saison du chauffage seulement, des quatre places de l'impériale correspondant aux deux banquettes placées de chaque côté du poêle. Ces banquettes sont conservées et simplement condamnées par une tringle fixée aux dossiers des deux sièges immobilisés, et qui empêche en même temps les voyageurs de s'approcher du poêle.

Le cube total de l'impériale que le poêle est appelé à chauffer est d'environ 28^{m3} 800 et l'effet utile du poêle est d'élever la température intérieure de 5° quand le tirage est réduit à son minimum, et de 15° quand la valve de réglage est ouverte en grand.

Le poêle complet pèse 88^{kil} 500.

Chauffage à la vapeur. — Les divers systèmes que nous avons décrits ont tous des inconvénients plus ou moins graves, soit par eux-mêmes, soit surtout suivant les conditions spéciales de climat dans lesquelles on se trouve, suivant les besoins de l'exploitation et les habitudes du public auquel on s'adresse. Une autre solution, qui paraît très simple a priori, consiste à emprunter la chaleur nécessaire au chauffage à la source qui se trouve forcément dans chaque train, c'est-à-dire à la locomotive.

Depuis longtemps, dans certaines parties de l'Allemagne, on chauffe les voitures avec la vapeur prise sur la machine, et ce système tend à se développer beaucoup dans toute l'Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Belgique, en Hollande et en Suisse. Dans ce dernier pays, il est même rendu obligatoire.

La Compagnie de l'Est a suivi naturellement avec beaucoup d'intérêt les applications faites autour d'elle, mais elle a dû reconnaître que les diverses dispositions adoptées jusqu'à ce jour, à l'étranger, présentent des inconvénients absolument incompatibles avec les conditions de son exploitation et les habitudes des voyageurs français. Les principaux sont l'impossibilité de chauffer efficacement des trains de plus de dix à douze véhicules, et le temps énorme, atteignant jusqu'à deux heures par les temps froids, nécessaire pour chauffer les trains avant leur départ.

En outre, les appareils allemands chauffent fortement l'air des compartiments, sans permettre le chauffage des pieds.

M. Lancrenon, Ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie, a imaginé récemment des dispositions nouvelles qui permettent de faire disparaître ces inconvénients, et qui ont été appliquées cet hiver, à titre d'essai, sur plusieurs trains de la banlieue de Paris.

Le chauffage est obtenu au moyen de la vapeur de la machine, additionnée d'air comprimé fourni par la pompe du frein ou par une pompe spéciale.

Les appareils employés comprennent essentiellement : une conduite générale régnant d'un bout à l'autre du train, aboutissant, d'un côté, sur la machine, fermée, à l'autre extrémité, par un purgeur automatique à dilatation, et, sur chaque voiture, des tuyaux de chauffage branchés, d'un côté, sur la conduite générale et fermés, à leur autre extrémité, par un purgeur automatique à dilatation. Des robinets commandent l'entrée de chaque tuyau de chauffage à son origine vers la conduite générale.

Le mécanicien envoie dans la conduite un mélange de vapeur et d'air comprimé à la pression et dans les proportions convenables. Le mélange pénètre dans les tuyaux de chauffage et les échauffe. L'air refroidi et l'eau condensée sont évacués continuellement par les purgeurs qui empêchent en même temps toute déperdition de vapeur.

L'addition d'air a pour but de maintenir dans toutes les parties de la conduite une pression plus régulière, d'entraîner et de chasser l'eau condensée, par conséquent de régulariser le chauffage et de réduire les accidents dus à la gelée.

Deux dispositions différentes sont adoptées suivant la nature des véhicules à chauffer :

Dans les voitures ordinaires, la conduite générale passe directement et sans coude, sous le châssis. Trois tuyaux, branchés sur cette conduite, à une extrémité de la voiture, viennent passer côte à côte dans chaque compartiment sous les pieds des voyageurs ; leur température dépassant 100 degrés, ils sont recouverts par une tôle striée qui s'échauffe à leur contact. Chaque tuyau est commandé par un robinet manœuvrable de l'intérieur par les agents de train. En envoyant le mélange de vapeur et d'air dans un, deux ou trois tuyaux, on peut faire varier la température de la tôle striée et régler ainsi le chauffage.

Dans les trains formés de voitures ordinaires, le mécanicien doit continuellement maintenir la conduite générale en charge. Les agents du train règlent le chauffage en ouvrant à chaque voiture le nombre de robinets convenable.

Pour les voitures à deux étages, il a fallu adopter des dispositions différentes, commandées par le système de construction de ces voitures. La conduite générale, bifurquée à chaque voiture, est formée par deux tuyaux qui traversent l'impériale et la chauffent. A l'une des extrémités, un tuyau branché sur la conduite générale, descend dans les compartiments de la caisse inférieure, s'y dédouble, passe sous les pieds des voyageurs dans tous les compartiments et aboutit à un purgeur automatique. Le mécanicien seul peut régler le chauffage de ces voitures, en envoyant de la vapeur, soit continuellement, soit par intermittences.

Trois machines de banlieue ont été aménagées pour fournir la vapeur et l'air nécessaires ; 50 véhicules ont reçu les appareils de chauffage, savoir : 5 fourgons, 25 voitures ordinaires et 20 voitures à deux étages.

Les essais donnent jusqu'à présent des résultats satisfaisants.

Max de Nansouty.

Digitized by Google

LES CHEMINS DE FER A CRÉMAILLÈRE

Par M. Lévy-Lambert (1).

L'*Encyclopédie des Travaux publics* (2), dirigée avec autant de science que de talent par M. Lechalas, inspecteur général des Ponts et chaussées en retraite, vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage très remarquable, traitant des chemins de fer à crémaillère et dû à la plume autorisée de M. Lévy-Lambert.

Pour donner une idée suffisante de cet ouvrage, qui traite d'un sujet relativement neuf, il est utile d'en présenter une analyse quelque peu détaillée.

Le *Chapitre premier*, après un résumé historique, consacre un paragraphe au tracé : rayon minimum des parties à crémaillère, limite inférieure des déclivités motivant ce dispositif, nécessité d'une crémaillère spéciale sur les très fortes déclivités, chemins mixtes (à crémaillère et à adhérence). Ensuite vient un paragraphe très instructif, donnant la description des chemins à crémaillère en exploitation. Puis un dernier traitant des ouvrages d'art et des terrassements.

Le *Chapitre II* est consacré à la voie : disposition, poids des rails, éclissage, poussée longitudinale de la crémaillère, supports, mode d'attache; calculs des efforts de flexion et de cisaillement supportés par la crémaillère. Exemples : description des divers types de crémaillères.

Le *Matériel roulant* fait l'objet du troisième chapitre : description des principaux types de machines (Righi; Mont-Pilate; mixte à un seul mécanisme, à deux mécanismes; systèmes Abt; du Hœllenthal); détails de construction du mécanisme à crémaillère; roues dentées (roues du système Riggenbach, profil des dents, usure, roues du système Abt; frottement des roues dentées); calculs de traction, effet utile, frein, frais de traction; voitures et wagons (Righi, Langres, Viège-Zermatt, Hœllenthal, Mont-Pilate). — Dépenses de premier établissement.

Le *Chapitre IV* est consacré à l'exploitation : entretien de la voie, conduite des machines, organisation du service; frais d'exploitation; tarifs, recettes; comparaison entre les lignes à crémaillère et les lignes à adhérence.

Viennent ensuite 60 pages d'annexes donnant tous les documents utiles aux Ingénieurs et à l'administration pour la rédaction des cahiers des charges, l'exploitation, etc.

Les figures, très claires et très détaillées, sont au nombre de 80.

Tout ce qui a été publié sur la matière a été mis consciencieusement à contribution, et l'on peut dire que l'ouvrage de M. Lévy-Lambert épuise le sujet en ce qui concerne les connaissances actuellement acquises sur un sujet d'autant plus important que, dans notre pays du moins, les grandes lignes sont à peu près terminées. Les Ingénieurs auront désormais à s'occuper principalement des petites lignes. Il ne faut pas croire que la crémaillère ne doit intervenir que si le tracé à adhérence est impossible entre deux points donnés; il y a tel cas où, entre deux tracés admissibles, le tracé à crémaillère devra être choisi : « C'est par la réduction de la longueur à construire, par la moindre importance des terrassements et des ouvrages d'art, que les chemins à crémaillère coûtent moins cher de premier établissement que les voies ferrées ordinaires. S'il y a des cas où l'emploi d'une voie à crémaillère s'impose d'elle-même, il y en a beaucoup où il y a lieu de comparer cette solution à celle d'une voie ordinaire. »

Pour les lignes du Hœllenthal, du Harz, de Viège-Zermatt, du Brünig même, le doute entre un système et l'autre était légitime. Voici, par exemple, les constatations auxquelles a donné lieu la comparaison entre les deux systèmes pour Viège-Zermatt : l'adoption de la crémaillère a permis de réaliser une diminution de longueur de 300 mètres et une diminution de dépense de 500 000 francs. Pour le chemin du Hœllenthal, un avant-projet pour chemin de fer ordinaire conduisait à une dépense de 45 000 000 de francs; le chemin à crémaillère n'a coûté que 8 000 000. A l'article 61 de l'ouvrage de M. Lévy-Lambert, on trouve un tableau montrant que, malgré le prix élevé de la crémaillère, on peut arriver à des dépenses acceptables *par kilomètre*, et si l'on songe aux raccourcissements obtenus, lorsque les deux solutions sont possibles, on reste convaincu de l'importance des comparaisons à faire dans ce cas. — Les frais d'exploitation sont plus élevés *au kilomètre* pour les chemins à crémaillère, mais (par la même raison de raccourcissement) cela ne prouve pas *a priori* qu'au point de vue même de l'exploitation, le chemin mixte, à crémaillère et à adhérence, ne soit pas préférable dans un cas donné au chemin de fer ordinaire.

En résumé, le grand développement des chemins de fer secondaires, si nécessaire en France comme partout, gagnerait certainement à ce que les Ingénieurs de l'Etat et des Compagnies, ainsi que les Ingénieurs libres, se familiarisassent avec les questions très variées que soulève le système des chemins à crémaillère. L'ouvrage clair et savant de M. Lévy-Lambert pourra les guider sérieusement. Il rendra, sous ce rapport, service au public spécial auquel il s'adresse, en même temps qu'il pourra guider utilement, dans bien des cas, les membres des Conseils généraux, les Préfets et autres administrateurs.

G. Forts.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VII, n° 22, p. 337; n° 23, p. 352; t. VIII, n° 2, p. 32; n° 3, p. 48; n° 6, p. 86; t. XII, n° 2, p. 17; t. XV, n° 7, p. 115; n° 9, p. 168; t. XVI, n° 12, p. 265; t. XVII, n° 6, p. 84; t. XIX, n° 6, p. 85.

(2) Chemins de fer à crémaillère, par A. Lévy-Lambert, Ingénieur civil (dans l'Encyclopédie des Travaux publics). H. Lamirault, éditeur, Paris. (Prix : 15 fr.)

MÉCANIQUE

DYNAMOMÈTRE DE ROTATION DE MM. RICHARD FRÈRES

MM. Richard frères ont construit un dynamomètre qui réunit tous les avantages des appareils employés à la mesure du travail fourni par un moteur : 1° Les deux facteurs du travail : couple moteur, déplacement angulaire, sont mesurés directement et simultanément; 2° cette mesure est effectuée sans qu'il soit nécessaire de débrayer l'outillage; 3° l'enregistrement des mesures peut se faire sans difficulté pendant un temps aussi long que l'on veut; 4° le fonctionnement de l'appareil est très simple; 5° son installation est peu coûteuse.

Le dynamomètre de rotation se compose d'un train différentiel, d'un dynamomètre hydraulique et d'un cinémomètre.

L'invention de MM. Richard frères porte tout spécialement sur les deux derniers appareils et l'agencement de l'ensemble représenté par la figure 1. A, A' sont des poulies, dont l'une est folle sur son axe, qui reçoivent la courroie motrice. Une roue d'angle B est calée sur l'arbre des poulies A, A'. La courroie actionnant l'usine est reçue par la poulie C. Une roue d'angle D, calée sur ce dernier arbre est commandée par la roue E, folle sur le levier horizontal F. Ce levier peut prendre dans un plan vertical un petit mouvement de bascule autour de l'articulation H. Le tout est solidarisé sur un bâti.

Il est bien évident que si la roue B entraîne la roue D par l'intermédiaire de la roue E, sans transmettre de travail, le levier F reste horizontal. Si, au contraire, le moteur met l'usine en mouvement, la roue E est sollicitée par deux forces de même intensité et de même sens, provenant de l'action de la roue B et de la réaction de la roue D, et le levier F tend à pivoter autour de l'articulation H. Ce mouvement est empêché par l'action d'un dynamomètre I sur lequel agit le levier H. L'effort qui doit être mesuré par ce dynamomètre est la résultante des deux forces qui agissent sur E, réduite dans le rapport des distances, à l'articulation H, du point d'application de cette résultante et du point d'action du levier F sur le dynamomètre I. On peut donc dire que l'on connaît ainsi le couple moteur.

La vitesse est mesurée au cinémomètre, qui occupe l'emplacement K et est mis en mouvement par l'ensemble des poulies à gorge et du cordon L.

Enfin, M est l'emplacement d'un cylindre vertical recevant, d'un mouvement d'horlogerie, un mouvement de rotation tel qu'un tour complet s'effectue, à volonté, en quelques minutes ou en quelques heures. Sur la surface de ce cylindre est enroulée une feuille de papier où sont tracées par avance des ordonnées destinées à faciliter la lecture du diagramme dynamométrique et du diagramme cinémométrique, fournis respectivement par le dynamomètre de traction I et le cinémomètre K.

Le dynamomètre (fig. 2) se compose de deux pièces, N et O, formant cuvette circulaire; d'un caoutchouc P, serré entre les deux précédentes, et formant avec N un réservoir que l'on remplit d'eau; d'un piston Q qui presse le caoutchouc et est guidé par les parois de la cuvette circulaire. Le levier F (fig. 1) donne lieu à une compression sur le liquide qui remplit la cuvette; cette compression est transmise par un couteau R agissant sur le piston Q.

La pression du liquide se transmet au liquide contenu dans un tube S qui aboutit à un tube Bourdon. Ce dernier fait mouvoir une plume qui trace sur un cylindre enregistreur, système Richard, dont l'emplacement est marqué par la lettre M sur la figure 1.

Les indications de ce dynamomètre sont bien comparables, par ce que le piston agit sur toute la surface du liquide et toujours de la même manière. La compression que subit le caoutchouc influe, en effet, très peu sur l'aire de la surface liquide pressée.

Les déplacements du piston sont très faibles, parce que l'eau a une compressibilité très faible.

Le cinémomètre est destiné à la mesure de la vitesse d'un mobile; c'est-à-dire qu'il donne la valeur de $\frac{de}{dt}$ à toute époque du mouvement.

Imaginons (fig. 3) une tige a portant à une extrémité un galet b et à l'autre extrémité une vis c. La vis est comprise entre deux pignons d, d' formant écrou, dont l'un participe au mouvement dont il faut mesurer la vitesse, et dont l'autre sert au guidage de la vis.

Si le pignon d tourne dans le sens de la flèche, la tige a tend à se déplacer vers la droite de la figure. On s'oppose, pour une vitesse donnée à mesurer, au mouvement de cet axe, en faisant porter le galet b sur un plateau ayant un mouvement de rotation uniforme dans le sens de la flèche. Le galet, et par suite la vis, prennent un mouvement de rotation et, les pignons d et d' agissant comme écrou, l'axe a est ramené en arrière. Si la distance λ du galet au centre est convenable, l'axe a ne se déplace ni dans un sens, ni dans l'autre pour une vitesse donnée.

Considérons le mouvement du système pendant un temps très court dt; le plateau f ayant un mouvement de rotation uniforme, l'angle dont il tourne est proportionnel à dt; l'angle dont tourne le galet est proportionnel à λdt; et, par suite, le déplacement de l'axe a vers la gauche est lui-même proportionnel à λdt. Le pignon d a une vitesse de rotation proportionnelle à de, élément de chemin parcouru par le mobile dont on étudie le mouvement. On réalisera l'invariabilité de l'axe a, si l'on satisfait à $\lambda . dt = K . de$, expression dans laquelle K est une constante dépendant de l'instrument. On a donc :

$$\lambda = K \frac{de}{dt} = K . V;$$

c'est-à-dire qu'à chaque époque du mouvement, la vitesse à mesurer est proportionnelle à la distance du galet b au centre du plateau f. Or, les positions du galet peuvent être notées par une plume traçan'

Digitized by Google

sur un enregistreur. Il suffit de faire dépendre les mouvements de la plume des déplacements de la vis *c*.

Le système dont on veut mesurer la vitesse est relié à la poulie à gorge *g*, sur l'axe de laquelle est un cône de friction *h*. L'axe *ij* prend son mouvement sur le cône *h* au moyen d'un cône *k*, fou sur *ij* et

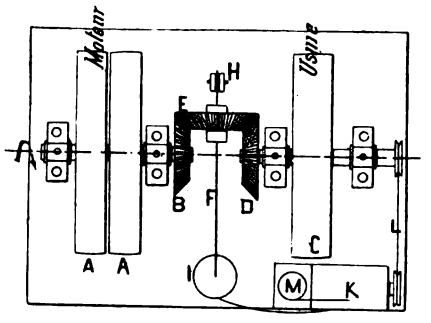


FIG. 1. — Plan d'ensemble du dynamomètre de rotation de MM. Richard frères.

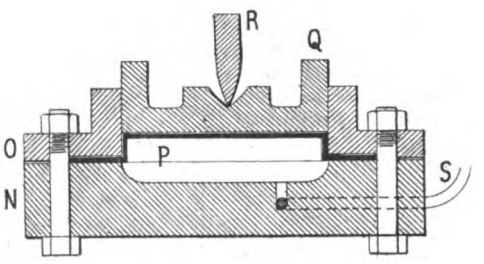


FIG. 2. — Dynamomètre hydraulique.

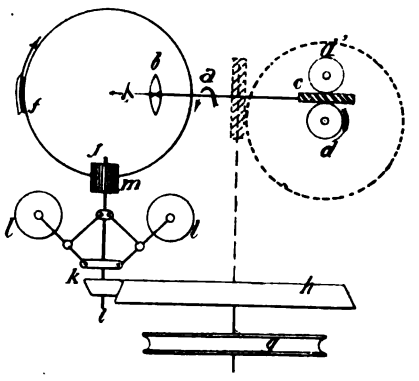


FIG. 3. — Plan du cinémomètre.

obéissant à un régulateur isochrone *l*, de telle sorte que ses contacts avec *h*, animé d'une grande vitesse, sont très courts. Cette disposition avait été imaginée par M. Napoli, Ingénieur au chemin de fer de l'Est.

Une disposition très ingénieuse assure le mouvement de roulement sans glissement du galet *b*. Au lieu d'un seul plateau *f*, on en emploie deux tournant en sens contraire, le galet *b* étant placé entre eux. Le mouvement de celui-ci est aussi libre dans le sens du rayon; mais il faudrait exercer sur la tige *a* un effort de torsion relativement grand pour donner au galet une rotation en sens contraire de celle qu'il prend sous la pression des plateaux.

La connaissance de la puissance du moteur résulte donc de l'interprétation de deux diagrammes, donnant, à des échelles connues, l'un le couple moteur, et l'autre la vitesse angulaire. Il est facile d'en déduire, à toute époque, la puissance, en faisant le produit des deux ordonnées correspondantes des diagrammes.

A. GOUILLY,
Ingénieur des Arts et Manufactures

JURISPRUDENCE

CHRONIQUE DE JURISPRUDENCE

I. — *Mission de l'architecte. — Plans, devis, honoraires. — Mission, révocation.*

II. — *Accident. — Assurance. — Dommages-intérêts. — Droits éventuels, subrogation.*

I. — Arrêt de la Cour de Paris, du 7 novembre 1891, infirmant le jugement suivant, rendu par le tribunal de Corbeil, le 9 juillet 1890 :

Attendu que Fugairon, architecte, réclame à la veuve Chartier, à l'occasion de travaux qu'elle lui a commandés et dont elle lui aurait retiré brusquement la direction, des honoraires calculés sur le montant total des travaux évalués à forfait à 32 500 francs et des dommages-intérêts à fixer par état;

Qu'il s'appuie sur les dispositions de l'article 1794 du Code civil, lequel permet au maître de résilier le marché par sa seule volonté, mais en dédommageant l'entrepreneur de toutes ses dépenses, de tous ses travaux et de tout ce qu'il aurait pu gagner dans cette entreprise;

Que la veuve Chartier combat cette interprétation et offre seulement la somme représentant la part afférente aux travaux effectivement faits et dirigés, soutenant qu'elle était en droit de révoquer un mandat donné, sans autre indemnité que le salaire dû au jour de la révocation;

Attendu que le louage d'ouvrage embrasse tous les engagements portant convention de salaires pour travaux, soins ou services auxquels le mandat et le dépôt eux-mêmes viennent se rattacher quand ils ne sont pas gratuits (Rapports du tribun Mouricaut); que la convention qui lie l'architecte et le propriétaire est réglée par les articles 1787 et suivants du Code civil et constitue ainsi un louage d'ouvrage; que les règles générales de droit doivent lui être appliquées à défaut de règles particulières;

Qu'elle ne peut être révoquée, comme toute autre convention, que par la volonté réciproque des parties (articles 1134), ou indirectement que par la volonté seule du propriétaire, comme conséquence de la résiliation du marché fait avec l'entrepreneur; que s'il n'y a plus, en effet, de travaux à diriger et à surveiller, l'office de l'architecte est devenu inutile;

Attendu que l'architecte n'est pas visé dans l'article 1794; qu'il ne saurait avoir droit à l'indemnité si large, si complète, que cet article accorde à l'entrepreneur; que celui-ci, après la résiliation du marché, est obligé de revendre à perte les matériaux dont il s'est approvisionné, de résilier avec indemnité les traités qu'il a faits avec les sous-traitants, de congédier les ouvriers; qu'il ne peut souvent retrouver les travaux qu'il a refusés à raison de l'entreprise commencée et des ressources restreintes; que l'architecte n'a pas de pareilles pertes à subir;

Attendu qu'il résulte des pièces et documents de la cause que la veuve Chartier a confié à Fugairon la confection des plans et devis relatifs à une maison qu'elle voulait faire construire à Mennecy et la direction des travaux entrepris à forfait par un sieur Leroy; que ce marché, conclu avec celui-ci le 7 décembre dernier, moyennant un prix de 32 500 francs, n'a pu l'être et ne l'a été que sur les plans et devis de Fugairon qui renfermaient évidemment tous les éléments nécessaires pour fixer le montant du forfait;

Que la défenderesse n'établit pas que Fugairon n'ait pas accompli toutes ses obligations; qu'elle allègue à sa charge, sans en offrir la preuve, certains dissentiments survenus, certaines fautes (à l'occasion desquelles elle aura toujours l'action en responsabilité);

Qu'en ce qui concerne notamment le défaut de murs de refend, le mémoire des travaux exécutés, dressé à la date du 3 mars dernier, par Meunier, constate qu'il existait des murs de refend;

Que c'est donc à tort et sans motif que la veuve Chartier a, le 28 février, déclaré retirer à Fugairon la surveillance et la direction des travaux dont s'agit; que les honoraires dus doivent se calculer de la façon suivante, d'après les taux généralement admis : 1 fr. 50 °/₀ pour le dressé des plans et devis dont profite la veuve Chartier, sur 32 500 francs, soit 487 francs; 1 fr. 50 °/₀ pour la conduite des travaux exécutés au 3 mars et s'élevant à 14 450 francs, soit 216 fr. 75; 2 °/₀ sur 32 500 francs pour les études préparatoires détaillées qui ont permis d'établir le forfait et rendre inutile toute vérification de mémoire ultérieure, soit 650 francs; au total 1 353 fr. 75;

En ce qui concerne la réclamation de 48 francs pour mise à l'échelle d'un plan remis à la veuve Chartier :

Attendu que ce travail est rémunéré suffisamment par les allocations ci-dessus;

Attendu que la réclamation relative au dressé de l'état des lieux d'une maison sise à Choisy-le-Roi, à la surveillance de certains travaux y exécutés, n'est pas contestée;

Attendu que le tribunal a tous les éléments nécessaires pour fixer dès maintenant le dommage causé à Fugairon à raison de la rupture non justifiée du contrat;

Que le préjudice est certain;

Sur la demande reconventionnelle;

Attendu que l'architecte a droit de rétention sur les plans et devis qu'il a dressés jusqu'au paiement de ses honoraires, par application des principes généraux réglant les conventions synallagmatiques; qu'il n'y a pas lieu d'allouer à la veuve Chartier des dommages-intérêts à raison du refus de ces pièces;

Par ces motifs, dit insuffisantes et non libératoires les offres de 828 fr. 25 faites suivant exploit de Prévost, en date du 29 mars dernier; condamne la veuve Chartier à payer à Fugairon la somme de 1 353 fr. 75 pour honoraires, et celle de 200 francs à titre de dommages-intérêts pour le préjudice causé; lui donne acte de ce qu'elle a offert à Fugairon la somme de 124 francs pour dressé d'un état de lieux;

Dit qu'il n'y a lieu d'accorder de dommages-intérêts à fixer par état; rejette comme mal fondée la demande reconventionnelle formée par la défenderesse; condamne cette dernière en tous les dépens.

Sur l'appel interjeté par la dame veuve Chartier, la Cour a rendu l'arrêt dont voici le texte :

La Cour,

Sur le chiffre des honoraires dus à Fugairon et sur la demande reconventionnelle, adoptant les motifs des premiers juges;

Sur la demande de Fugairon en dommages-intérêts pour le préjudice à lui causé par la révocation dont il a été l'objet :

Considérant que, par le jugement déféré à la Cour, il se trouve rémunéré, ainsi qu'il le reconnaît, puisqu'il n'en interjette appel, de tout ce qui lui est dû, comme architecte, à titre d'honoraires, pour travaux et soins effectifs, par la dame Chartier;

Considérant qu'il n'invoque à l'appui de sa demande en indemnité aucun contrat spécial dont l'inexécution par la dame Chartier engagerait la responsabilité de cette dame;

Considérant que les architectes exercent une profession essentiellement libérale;

Qu'ils ne sauraient être assimilés à des entrepreneurs et que les règles du droit civil, en matière de louage d'ouvrage et d'industrie, ne leur sont manifestement pas applicables;

Considérant, dès lors, que la demande de Fugairon ne saurait être fondée qu'autant que la dame Chartier, en le remerciant, n'aurait point usé d'un droit ou aurait commis une faute;

Considérant que la mission que les architectes tiennent de la confiance de leurs clients est double; qu'elle consiste, d'abord, à dresser les plans et devis des travaux que le client se propose de faire exécuter; qu'elle consiste ensuite à en suivre et surveiller l'exécution; que lorsque les plans et devis dressés par l'architecte ont été acceptés par le client, l'architecte a un droit acquis aux honoraires que comportent ces plans et devis, quoi qu'il advienne par la suite; que dans l'accomplissement de la seconde partie de sa mission, l'architecte n'est, au regard du client, qu'un mandataire salarié, soumis par suite aux règles du mandat, et révocable *ad nutum* aux termes des articles 2003 et 2004 du Code civil; qu'il s'ensuit que la dame Chartier, en remerciant l'intimé pour des raisons dont elle est seul juge, au cours de la construction de la maison dont il avait dressé les plans et devis, et en le remplaçant par un autre architecte, n'a fait qu'exercer légitimement une faculté que lui conférait la loi;

Considérant, enfin, qu'il n'est pas établi et qu'il n'est même pas prétendu par Fugairon que, dans l'exercice de son droit, et par l'abus qu'elle en aurait

Digitized by Google

fait, elle ait eu recours à des procédés vexatoires ou blessants, et susceptibles de causer sans nécessité un préjudice quelconque à Fugairon; qu'aucune faute, dès lors, ne saurait lui être reprochée, et qu'il résulte de ce qui précède, que la demande de Fugairon en dommages-intérêts n'est pas fondée;

Par ces motifs, infirme en ce que les premiers juges ont condamné la veuve Chartier au payement de 200 francs à titre de dommages-intérêts envers Fugairon; émendant, déclare Fugairon mal fondé en sa demande en dommages-intérêts, l'en déboute, etc.

Il ressort de là qu'on ne peut assimiler un architecte à un entrepreneur, et que les règles du Code civil, en matière de louage d'ouvrage, ne lui sont pas applicables. La mission de l'architecte est double : il doit d'abord dresser les plans et faire les devis des travaux à exécuter; ensuite, il en surveille l'exécution. Si le client de l'architecte accepte les plans et devis, il lui doit d'ores et déjà des honoraires; mais, pour la surveillance des travaux, l'architecte n'est plus qu'un mandataire de son client, il est soumis à toutes les règles du mandat, notamment aux articles 2003 et 2004 du Code civil, et il est révocable à la volonté du propriétaire.

II. — Jugement rendu par le tribunal de la Seine, le 14 novembre 1891 :

Attendu que la dame Rogié a formé contre la Compagnie *le Soleil* une demande tendant au paiement d'une somme de 10 000 francs, montant d'une indemnité d'assurance à elle due par suite du décès de son mari survenu dans l'une des circonstances prévues par la police;

Attendu que la Compagnie, en réponse à ladite demande, a fait des offres réelles, à la charge par Mme Rogié de consentir, par la quittance, subrogation au profit de la Compagnie de tous ses droits et actions contre tous auteurs ou personnes responsables de l'accident susrappelé et notamment contre M. Auguste Jousem, représentant de commerce à Nancy;

Attendu que lesdites offres ont été refusées par la veuve Rogié comme renfermant une charge qu'elle n'était pas tenue de remplir; que néanmoins la Compagnie *le Soleil* en demande la validité, prétendant que Mme Rogié est obligée de consentir la subrogation dont s'agit;

Attendu que la condition d'une subrogation à laquelle la Compagnie prétend subordonner le paiement de l'indemnité par elle due à la demanderesse n'est écrite nulle part dans la police et ne ressort aucunement de son esprit;

Que si, aux termes de l'art. 8 de cette police du 9 février 1884, enregistrée, « la Compagnie est subrogée pour poursuivre, comme elle l'entendra, jusqu'à concurrence des sommes qu'elle aura payées à l'assuré, le recours qui lui appartient contre les auteurs ou les personnes responsables de l'accident », l'engagement est pris au présent et non au futur; que ce n'est nullement pour l'avenir que l'assuré s'oblige à consentir une subrogation; que c'est du jour même de la signature du contrat qu'il consent, sous le terme impropre de subrogation, la cession des droits éventuels pouvant lui compléter ultérieurement contre l'auteur de l'accident;

Que cette cession, en ce qui concerne les rapports entre les parties, s'étant trouvée parfaite dès l'instant même où la police commençait à courir, l'assureur ne saurait, sous prétexte de poursuivre un avantage ou une garantie supplémentaire, imposer aujourd'hui à la demanderesse soit un acte, soit une démarche quelconque qu'il a négligé de stipuler; que sa résistance à la demande est donc mal fondée; que, par les mêmes motifs, sa demande reconventionnelle devient sans objet et doit être écartée;

En ce qui concerne l'exécution provisoire sans caution du jugement à intervenir réclamée par la demanderesse; attendu qu'il y a lieu de l'ordonner aux termes de l'art. 135 puisqu'il y a promesse reconnue;

Par ces motifs, déclare nulles comme contenant des conditions inacceptables les offres réelles du 15 décembre 1890, ensemble la consignation qui les a suivies; dit que la clause 8 de la police susénoncée constitue un transport de droits éventuels, lequel produit tous ses effets indépendamment de toute mention portée en la quittance d'indemnité; en conséquence, condamne la Compagnie *le Soleil-Sécurité générale*, à payer à la demanderesse la somme de 10 000 francs, montant de l'indemnité stipulée par la ladite Compagnie au profit du sieur Rogié; la condamne en outre à payer les intérêts de ladite somme tels que de droit; déboute la Compagnie *le Soleil-Sécurité générale*, de toutes ses demandes, fins et conclusions et la condamne aux dépens qui comprendront ceux de ses offres et de la consignation et dont distraction, etc.; ordonne l'exécution provisoire, sans caution, du présent jugement.

Il résulte de ce qui précède: 1° que, sous quelque prétexte que ce soit, l'assureur ne peut imposer à l'assuré un acte ou une démarche quelconque qui n'auraient pas été stipulés au contrat primitif; 2° que la clause d'une police d'assurances-accidents ainsi conçue : « La Compagnie est subrogée pour poursuivre comme elle l'entendra, jusqu'à concurrence des sommes qu'elle aura payées à l'assuré, le recours qui lui appartient contre les auteurs ou les personnes responsables de l'accident », constitue, sous quelque nom qu'on la désigne, une véritable cession de droits éventuels, qui est définitive et parfaite du moment où la police commence à courir.

CUNISSET-CARNOT.

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

PROJET DE LOI

Sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers ou employés

L'institution des Conseils de prud'hommes pourvoit au règlement rapide et économique des litiges individuels qui s'élèvent entre patrons et ouvriers, sur l'exécution des contrats ou conventions relatifs au travail. Quant aux différends collectifs que peuvent soulever l'établissement de ces conventions ou contrats, leur renouvellement ou leurs modifications, la grève seule, jusqu'ici, les a tranchés, la procédure d'arbitrage instituée par le Code de procédure n'ayant pour ainsi dire jamais été appliquée en cette matière.

En vue de prévenir ces conflits et d'encourager patrons et ouvriers au règlement pacifique de leurs contestations, le Gouvernement avait fait présenter, le 29 mai 1886, à la Chambre des Députés, par M. Lockroy, ministre du Commerce et de l'Industrie, un projet de loi sur l'arbitrage; mais ce projet n'a pu venir en discussion.

Après avoir consulté, en février dernier, le Conseil du travail sur ce sujet, et pénétré de cette pensée qu'une législation facilitant la conciliation et le recours à l'arbitrage, dans les conflits collectifs entre patrons et ouvriers ou employés, répondait à des besoins pressants et à des préoccupations générales, le Gouvernement a estimé qu'il y avait urgence à présenter une loi qui désigne préalablement l'intermédiaire chargé de juger ces différends, qui trace et précise la voie à suivre par les parties divisées pour aboutir au rapprochement et à la conciliation.

Quelques Gouvernements étrangers ont partagé ce sentiment et ont donné, d'une façon plus ou moins ingénieuse, une solution légale à ce problème. Mais aucun de leurs systèmes divers n'a pu convenir à notre pays.

Le projet, dont nous allons exposer l'économie, n'impose pas l'arbitrage, il importe de le remarquer, mais il en facilite l'usage, en instituant une procédure simple, entièrement gratuite, susceptible de s'appliquer presque instantanément dans tous les cas et avec le moins de dérangements possible.

Il fallait que cette procédure convînt aussi bien aux conflits intéressant un seul atelier ou une seule usine qu'à ceux qui s'étendent à tous les établissements d'une industrie, dans plusieurs communes ou sur toute une région, et qu'elle pût même, le cas échéant, s'appliquer aux différends qui surgissent, dans des travaux temporaires, à personnel nomade, comme certains travaux d'agriculture ou de terrassement.

Enfin le Gouvernement a pensé que cette procédure devait être mise en mouvement par un intermédiaire investi de l'estime et de la confiance publiques, étranger aux querelles industrielles et aussi rapproché que possible du théâtre du conflit : il a donc choisi pour cette tâche le juge de paix.

En cas de différend collectif, la partie disposée à la conciliation devra, en premier lieu, faire connaître à ce magistrat ses intentions. Celui-ci en avisera immédiatement la partie adverse, en l'invitant à se rapprocher de l'autre devant lui et sur un terrain neutre.

La loi n'a pas déterminé le mode de nomination des délégués des parties en cause : elle s'en est rapportée sur ce point aux intéressés eux-mêmes. Les mandataires des patrons et des ouvriers en désaccord débattront librement leurs intérêts devant le juge de paix.

Si ces débats contradictoires ne suffisent pas à provoquer la clôture du différend, ce projet offre, comme second moyen de terminer des crises accidentelles, le recours à un arbitrage, pour lequel il a institué également une procédure rapide et simple.

Il laisse la plus entière liberté aux parties pour le choix des arbitres; et dans l'intérêt du maintien de l'harmonie sociale, dans l'espoir d'éliminer les causes de nouveaux conflits, il permet aux comités de conciliation qui auront conservé la confiance de leurs mandants d'être, par eux, transformés en conseils permanents d'arbitrage, qui, constamment tenus au courant des moindres difficultés entre patrons et ouvriers, pourront éviter qu'elles ne dégénèrent en conflit.

Pour donner aux décisions de ces divers organes de conciliation — comités accidentels ou conseils permanents — l'authenticité et l'autorité nécessaires, ce projet stipule que ces décisions seront conservées, en minute, aux greffes des justices de paix. Elles devront, de plus, être affichées, sur réquisitoire des intéressés, par les soins des maires, dans les cadres réservés aux publications officielles, et constitueront enfin, pour tous les patrons et ouvriers de la profession qui n'auront pas fait de conventions contraires, une sorte de charte coutumière, à laquelle devront se rapporter les tribunaux compétents pour juger les différends individuels.

L'opinion publique sera, grâce à toutes ces mesures, saisie de ces différends et rendue juge des conflits industriels et des responsabilités de leurs auteurs. Ce projet de loi ne saurait donner une sanction plus puissante aux divers actes de ces *justices industrielles* qu'il propose d'instituer dans les conditions les mieux appropriées à l'état présent des esprits et des mœurs.

G. LATOUCHE.

CORRESPONDANCE

Une cause de danger des canalisations électriques.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*,

MONSIEUR,

J'ai été témoin oculaire de la projection d'une plaque d'un des regards de canalisation électrique, situé à peu près à l'angle de la rue Taitbout et de la rue Lafayette, le 21 mars, vers six heures du soir, et voici les réflexions que cet incident me suggère.

La plaque de fonte, qui pèse environ 40 à 50 kilogr., a été projetée à environ *6 mètres* de hauteur, et est venue retomber en se brisant en deux, près du trottoir opposé. La force de projection a donc été considérable, étant donné le diamètre de 60 centimètres environ qui aurait dû ne permettre qu'un simple soulèvement, et il est incontestable que si un véhicule ou un groupe de passants eût circulé à ce moment, il aurait pu se produire un accident très sérieux.

La projection a été accompagnée d'une explosion analogue à celle d'une mine ordinaire, et les vitres des boutiques contiguës ont été brisées.

Digitized by Google

La canalisation est formée à cet endroit d'un canal en béton d'environ 40 sur 20 centimètres de section, et les câbles sont placés dans une gaine en terre vernissée.

Ni la canalisation, ni l'orifice n'ont été endommagés ; et après l'explosion, il s'en échappait une vapeur légère et blanchâtre.

Il est donc de toute évidence que l'explosion a été celle d'un mélange détonant accumulé dans le canal, et qui a été enflammé brusquement par une étincelle électrique, ou même simplement par un surchauffement d'un câble, provenant d'un excès momentané de résistance.

Le mélange détonant a sans aucun doute été produit par une de ces infiltrations de gaz d'éclairage si communes dans nos rues, et qui dans ce cas particulier a été drainée dans la canalisation électrique.

Or, dans un but que je ne m'explique pas, on s'obstine depuis quelque temps à boucher hermétiquement tous les regards en fonte sur leur pourtour au moyen de plâtre, et le faible orifice du milieu est obturé hermétiquement 99 fois sur 100 par la boue ou autres corps étrangers. Il s'ensuit que toutes ces canalisations électriques sont absolument étanches, et sont destinées à devenir fatalement et partout de véritables étuis à mélanges détonants par suite des fuites de gaz permanentes qui se produisent ; et comme il y a des bouches tous les 20 ou 25 mètres, il peut y avoir là la source d'accidents assez graves et nombreux.

Il serait donc à désirer que l'autorité compétente s'occupât de cette situation à laquelle un remède aussi simple qu'immédiat s'impose : c'est d'inviter, dans leur propre intérêt, les Compagnies électriques à munir toutes leurs plaques de regards de grilles d'une section suffisante pour permettre une aération continue et assez vive de tous ces conduits. Dans l'accident que je cite, une personne a déjà été atteinte physiquement et plus encore moralement peut-être, et il est à souhaiter qu'on se préoccupe de cet état de choses avant les accidents plus graves qui ne peuvent manquer de se produire.

Veuillez agréer, etc.

G. LESOURD,
Ingénieur des Arts et Manufactures

INFORMATIONS

Atlas statistique de la Ville de Paris.

Le service de statistique de la Ville de Paris, dirigé par M. le docteur Jacques Bertillon, vient de publier un nouvel *Atlas de statistique graphique* qui mérite une mention spéciale. Cet ouvrage est composé d'un certain nombre de cartes et de diagrammes dans lesquels les statistiques sont représentées d'une façon moins rébarbative qu'elles ne le seraient dans des colonnes de chiffres. C'est de la statistique qui parle aux yeux.

Prenons, par exemple, la statistique du Mont-de-Piété de Paris. On a représenté en largeur, le nombre des objets engagés ; en hauteur la valeur moyenne de ces objets. Aussi voit-on du premier coup d'œil que dans les quartiers pauvres on engage beaucoup d'objets, mais ces objets ont peu de valeur (8 ou 10 francs environ). Si faible que soit cette somme, les pauvres gens ont peine à les recouvrer ; ils rengagent presque toujours ; ils dégagent les objets qui ont quelque valeur et abandonnent le reste. Au contraire, dans le quartier Saint-Georges, par exemple, on engage peu d'objets, mais ces objets ont une valeur moyenne de 119 francs. Les objets précieux sont (contrairement à ce qui se passe dans les faubourgs), ceux qu'on dégage le plus rarement. Le temps où Schaunard mettait sa montre au repos est passé, car le Mont-de-Piété fait peu d'affaires sur la rive gauche.

La folie, triste sujet humain, présente une très curieuse statistique. La proportion des hommes frappés de folie a triplé depuis le commencement du siècle ; cette augmentation a été beaucoup moins forte pour les femmes. Il est vrai qu'il ne s'agit ici que des aliénés indigents recueillis par les asiles du département de la Seine.

En ce qui concerne les maladies, parmi celles dont la fréquence augmente, il faut encore citer l'albuminurie et surtout le diabète. Cette maladie est principalement répandue dans les arrondissements riches de Paris.

Les boissons, alcools et autres liquides rapportent à l'octroi de Paris la moitié de ses recettes ; un bon quart est produit par les comestibles ; enfin, le dernier quart des recettes est produit par les combustibles, les fourrages, les matériaux de construction et les bois ouvrés. Les employés qui stationnent aux portes de Paris et qui arrêtent les voitures de légumes pour sonder ce qu'elles peuvent recéler sous les montagnes de végétaux qu'elles apportent aux Halles, perçoivent relativement bien peu d'argent ; ils servent surtout à prévenir la fraude. Les bureaux de forte recette sont ceux des chemins de fer, des entrepôts, des abattoirs. Chacun d'eux a en quelque sorte sa spécialité. Naturellement ceux des abattoirs ne reçoivent guère que les droits sur la viande ; ceux des entrepôts, les droits sur les liquides. Les bureaux de la gare du Nord et de la gare de l'Est perçoivent peu de chose sur les boissons, tandis que c'est le revenu le plus clair de la gare d'Orléans. A la gare Montparnasse, les droits sur les comestibles sont de beaucoup les plus productifs, etc.

L'Exposition universelle a considérablement relevé les produits de l'octroi. Ils se sont élevés à 151 millions, tandis que la moyenne des cinq années précédentes n'avait été que de 138 millions.

Plusieurs cartogrammes de l'Album sont consacrés à la statistique des transports.

Presque la moitié des marchandises qu'on apporte à Paris ou qu'on en exporte sont transportées par voie d'eau (plus exactement les $^4/_5$), en sorte que Paris, avant même d'être port de mer, est le plus grand port de la France. Paris consomme un poids de marchandises beaucoup plus considérable que celui qu'il exporte. Sur trois tonnes et demie qui entrent dans ses murs, soit par chemin de fer soit par voie d'eau, il n'en sort qu'une seule tonne. Les wagons et surtout les péniches qui nous apportent les marchandises de toute nature qui nous sont nécessaires s'en retournent donc le plus souvent vides. Quand on considère attentivement le cartogramme que nous venons de décrire sommairement, on aperçoit deux petits filets roses au sud de Paris ; ils représentent le mouvement des marchandises sur le réseau de Sceaux et Limours et sur celui de l'Etat.

La carte de la circulation par omnibus indique l'excédent que chacune des lignes a gagné grâce à l'Exposition de 1889. Le tramway de l'Etoile-Montparnasse et l'omnibus du Trocadéro-Gare de l'Est ont été parmi les plus favorisés. D'ailleurs, tous les moyens de transport en commun ont reçu en 1889 un surcroît d'activité, excepté Charenton-Louvre et Courbevoie-Madeleine.

Une série de diagrammes sont consacrés aux cartes postales, lettres et télégrammes. Leur nombre augmente d'année en année, mais l'Exposition a singulièrement activé leur circulation. Une autre série fait connaître la nationalité des étrangers qui sont descendus dans les hôtels pendant les mois d'été : 1° en temps ordinaire ; 2° en 1878 ; 3° en 1889. On y voit que la majorité des visiteurs étrangers en 1889, comme en 1878, sont des Anglais ; puis viennent les Belges et les Américains. Les Allemands sont venus en beaucoup plus grand nombre qu'en temps ordinaire. Quant aux Italiens, il semble que l'Exposition les ait effrayés. Ils ont été moins nombreux qu'ils ne le sont en temps ordinaire. En général, les étrangers ont été rares au mois de mai. C'est en septembre qu'ils ont été le plus nombreux. Il en était de même en 1878.

Dosage du phosphore et de l'arsenic dans les minerais de fer et les produits métallurgiques.

Le dosage d'une petite quantité d'arsenic se trouvant dans certains minerais ou produits métallurgiques est assez difficile, en raison du dépôt de soufre obtenu par le traitement de la solution ferrique par l'hydrogène sulfuré, et des sulfures de cuivre, de plomb, etc., pouvant se précipiter en même temps, et nécessitant, par suite, des séparations assez délicates.

Ces inconvénients, d'après la *Revue de Chimie industrielle*, sont évités dans la méthode suivante : la matière ayant été attaquée par l'eau régale, et la solution acide évaporée à siccité pour insolubiliser la silice, on reprend par l'acide chlorhydrique et un peu d'eau, puis on filtre. La liqueur filtrée est rendue ammoniacale ; le précipité ferrugineux qui se forme entraîne l'acide arsénique et l'acide phosphorique. Ce précipité, après lavage à l'eau bouillante, est dissous dans l'acide nitrique ; la solution nitrique est additionnée d'un grand excès de molybdate d'ammoniaque, chauffée au bain-marie et reprise par une solution à 15 % de nitrate d'ammoniaque ; on obtient, au bout de quelques heures, un précipité jaune mixte de phosphomolybdate et arséniomolybdate d'ammoniaque, que l'on sépare par filtration et qu'on lave avec une solution de nitrate d'ammoniaque à 15 %.

Ce précipité est dissous ensuite dans un peu d'ammoniaque et la solution est traitée par la mixture magnésienne ; il se forme un précipité d'arséniate et phosphate ammoniaco-magnésien qu'on lave avec une solution ammoniacale au $^1/_{10}$. On dissout le précipité mixte dans l'acide nitrique et on précipite l'arsenic à l'état de sulfure par l'hyposulfite d'ammoniaque ; le sulfure est transformé ensuite en arséniate ammoniaco-magnésien par la méthode ordinaire.

Le liquide filtré, séparé du sulfure d'arsenic additionné d'ammoniaque, laisse précipiter tout le phosphore à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

La précipitation de l'arsénio-phosphate de fer par l'ammoniaque peut être supprimée dans certains cas. Si l'on a soin, par exemple, de reprendre le produit de l'attaque par l'eau régale, par un excès d'acide nitrique, de façon à décomposer l'acide chlorhydrique, la solution peut être précipitée directement par la solution molybdique après la séparation de la silice. Mais, lorsque la matière est ferrugineuse, l'acide nitrique ne dissout pas tout le fer ; il se forme, lors de l'évaporation et de la dessiccation nécessaires pour insolubiliser la silice, des sous-sels ferriques très difficilement solubles dans l'acide nitrique, et la gangue est toujours fortement ferrugineuse ; c'est pour éviter cette cause d'erreur que l'on emploie l'acide chlorhydrique et que l'on précipite par l'ammoniaque, afin d'avoir une solution nitrique où la précipitation du phospho-arséniate-molybdique puisse s'effectuer sans avoir à craindre l'action de l'acide chlorhydrique.

Exposition internationale de Photographie.

L'Exposition internationale de Photographie et des Industries qui s'y rattachent, s'ouvrira à Paris le 20 avril prochain, Galerie Rapp et Palais des Beaux-Arts, au Champ de Mars.

Le Comité d'organisation n'a rien négligé pour assurer le succès de cette Exposition, dont le but est la création d'une Ecole de Photographie.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 18 mars 1892.

Présidence de M. P. Buquet.

Voyage en Syrie et en Grèce. — M. Ed. Coignet rend compte d'un voyage qu'il a fait récemment en Syrie et en Grèce; il insiste particulièrement sur deux œuvres considérables qu'il décrit avec d'intéressants détails : l'une d'elles remonte à l'antiquité, c'est la célèbre cité syrienne de Baalbeek; l'autre, au contraire, n'est pas encore achevée, c'est l'isthme de Corinthe.

Les ruines de Baalbeek présentent au point de vue architectural bien des choses remarquables. C'est le temple du soleil avec ses proportions grandioses, avec la richesse et la profusion de ses ornements, avec ses colonnes aux joints si solides, que bien que plusieurs d'entre elles soient renversées, les différentes pierres qui les composent sont restées fixées les unes aux autres; c'est surtout le mur d'enceinte, dont certaines pierres atteignent des proportions gigantesques : plus de vingt mètres de longueur.

M. Coignet expose ensuite l'état d'avancement des travaux de l'isthme de Corinthe (1) au mois de janvier de l'année courante, état qui permet d'espérer un prompt achèvement.

La vapeur surchauffée et le surchauffeur Uhler. — M. Thareau divise sa communication en deux parties : dans la première, qui est consacrée à l'étude des vapeurs surchauffées; il rappelle que, d'après Hirn, les gaz sont des vapeurs surchauffées et il résume les théories du célèbre savant alsacien; la seconde partie comprend la description du surchauffeur Uhler (2), son fonctionnement, sa construction et les conditions dans lesquelles il permet de réaliser de sérieuses économies.

Les Chemins de fer à voie étroite donnent lieu à la reprise d'une discussion ouverte dans la séance du 4 août 1891.

M. Coste considère que c'est la voie de 1 mètre qui est le type du chemin de fer à voie étroite. Son prix d'établissement n'est, dans la plupart des cas, que peu supérieur à celui de la voie de 0m60, tandis que les services rendus sont beaucoup plus considérables.

M. Ed. Roy est également partisan de la voie de 1m00; il insiste sur les faibles rayons qu'on peut donner avec courbes : soixante mètres en pleine ligne en employant des alignements droits d'au moins cinquante mètres entre deux courbes consécutives de sens inverse, et des raccordements paraboliques dont il indique un tracé pratique.

M. Moreau pense que la largeur d'un chemin de fer à voie étroite ne peut pas être fixée d'après un principe préconçu, mais dépend uniquement du trafic prévu. Cependant la voie de 0m75 lui semble un minimum pour un chemin de fer; la voie de 0m60 ne peut être employée que dans les usines ou sur les chantiers de terrassement. M. Moreau termine en appelant l'attention sur les modifications qui vont être apportées à la loi du 11 juin 1880 relative aux chemins de fer d'intérêt local.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome I, n° 22, p. 342; t. II, n° 21, p. 481; t. XVIII, n° 9, p. 129.

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 26, p. 419.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 29 février 1892.

Physique. — 1° *Sur la diffraction éloignée.* Note de M. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann.

Les expériences entreprises par M. Hurmuzescu sur la diffraction éloignée, ont été effectuées exclusivement avec la lumière parallèle. L'auteur a spécialement étudié des écrans formés d'acier, de laiton, de cuivre et de zinc.

2° *Sur la polarisation de l'atmosphère par la lumière de la lune.* Note de M. N. Piltschikoff, présentée par M. Cornu.

L'auteur présente à l'Académie les résultats d'observations qu'il a faites à Kharkow, sur la polarisation de l'atmosphère par la lumière de la lune, résultats qui démontrent que : la proportion de la lumière polarisée dans le ciel de nuit diminue d'une manière continue, depuis l'époque de la pleine lune, où elle est maximum, jusqu'à la nouvelle lune, où elle est égale à zéro; elle croît ensuite de la nouvelle lune à la pleine lune.

Ces expériences confirment complètement la découverte de M. Cornu sur la polarisation de l'atmosphère, quant aux proportions bien différentes de lumière polarisée.

3° *Sur les températures développées dans les foyers industriels.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

Les méthodes pyrométriques dont M. Le Chatelier a entretenu à diverses reprises l'Académie, lui ont permis d'effectuer la mesure précise des températures développées dans les foyers industriels. Les résultats ainsi obtenus sont, pour certaines industries, en contradiction absolue avec les estimations faites antérieurement, et ne seront sans doute pas acceptés sans contestations; mais l'auteur ne croit pas que cela puisse provoquer des expériences contradictoires sur le même sujet.

Il a déterminé ainsi les points de fusion de la fonte et de l'acier; les températures d'une cornue Bessemer à ses différentes allures; d'un four Siemens-Martin; du four Siemens à creuset; du four à puddler rotatif; d'un haut fourneau en allure de fonte grise pour Bessemer; des fours à pots pour verrerie; du four Siemens à bassin pour verrerie; du four à porcelaine dure, etc., etc. En général, les températures ainsi obtenues sont inférieures à celles admises jusqu'à présent.

Chimie. — 1° *Sur une série de composés nouveaux; l'acide chromosulfurique et les chromosulfates métalliques.* Note de M. Recoura.

2° *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses de perseite sur les molybdates acides de soude et d'ammoniaque.* Note de M. D. Gernez.

3° *Sur la présence de la mannite et de la sorbite dans les fruits de laurier-cerise.* Note de MM. Camille Vincent et Delachanal, présentée par M. Friedel.

MM. Vincent et Delachanal ont traité les fruits du laurier-cerise cueillis en pleine maturité au milieu du mois de septembre dernier, pour y rechercher les matières sucrées non fermentescibles et en ont extrait la mannite et la sorbite ordinaire lévogyre par un traitement que ces chimistes développent dans la présente note, et croient pouvoir conclure d'après leurs recherches que ces deux alcools sont en proportion égale.

4° *Sur la densité des textiles.* Note de M. de Chardonnet, présentée par M. Mascart.

M. de Chardonnet présente dans cette note la méthode qu'il a employée pour déterminer la densité de la soie; elle est analogue à ce qui se fait pour les matières pulvérulentes. Il obtient ainsi pour la soie grège le chiffre 1,66 et pour la soie cuite environ 1,43.

5° *Sur la recherche de l'huile de résine dans l'essence de térébenthine.* Note de M. Zune.

Pour se rendre compte si une essence de térébenthine a été falsifiée avec de l'huile de résine, il suffit d'examiner au réfractomètre l'essence soupçonnée, soit directement, soit après l'avoir soumise à une distillation fractionnée, en recueillant, par exemple, successivement et séparément les trois premiers quarts du produit en déterminant leur indice, ainsi que celui du dernier quart resté dans l'alambic. Si l'essence est pure, la différence entre l'indice du premier quart et celui du dernier ne devra pas être supérieure à 400 unités de cinquième ordre des décimales et sera presque toujours même inférieure à 350, tandis que la présence de 1 °/₀ seulement d'huile de résine la porterait, dans les conditions les plus défavorables à l'analyse, à plus de 600 unités.

Agriculture. — *Nitrification comparée de l'humus et de la matière organique non altérée, et influence des proportions d'azote de l'humus sur la nitrification.* Note de M. P. Pichard.

Dans cette note, qui n'est qu'un extrait d'un mémoire complet, M. Pichard détermine le mécanisme complet de la nitrification de l'humus et de la matière organique, lorsqu'on fait intervenir, suivant les régions, les agents nécessaires tels que plâtre, calcaire, marne, sable, etc., et joint à cette détermination un tableau d'analyses de terres. Il termine sa note en indiquant l'influence des proportions d'azote et d'humus sur la nitrification.

Mathématiques. — *Sur les fondements de la géométrie.* Note de M. Sophus Lie.

G. Petit,
Ingénieur Civil.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE du Nord de la France.

Février 1892.

Etude des lubrifiants industriels. — M. Dron-Lisbet fait une application de sa théorie permettant de faire un choix entre différents lubrifiants au point de vue du travail de frottement absorbé par l'observation de leurs *caractéristiques* rapportées à deux axes orthogonaux. La théorie permet encore de déterminer les proportions dans lesquelles il faut mélanger des huiles de qualités différentes pour obtenir un lubrifiant convenable pour chaque saison ou chaque température extérieure.

M. Dron continue par quelques considérations sur la consommation et la durabilité des huiles, et termine par la détermination de la valeur réelle d'un lubrifiant. Cette valeur réelle est indépendante du prix marchand, et le lubrifiant le plus cher, dans la plupart des cas, est celui qui procure en fait le plus d'économie.

Procédé Deacon. — M. Kolb rappelle que le chlore, en industrie, c'est le chlorure de chaux; il parle de sa composition, de l'incertitude qui règne sur sa constitution moléculaire, de ses principales propriétés et de l'importance de sa consommation en Europe. Il expose que sa production est liée à celle de la soude Leblanc et que l'intervention de la soude ammoniacale a mis en péril l'industrie du chlore.

Le procédé Weldon, progrès évident à d'autres égards, était une aggravation au point de vue du gaspillage d'acide chlorhydrique employé à la fabrication du chlorure de chaux. Le problème s'imposait donc d'obtenir un équivalent de chlore sans sacrifier trois équivalents d'acide chlorhydrique. C'est à ce résultat qu'est arrivé Deacon.

M. Kolb exprime son opinion au point de vue thermochimique sur les explications données de la réaction Deacon et sur l'action des sels de cuivre; puis il fait la description de l'appareil industriel et de la marche de l'opération; il discute la question du percentage de décomposition et des causes qui le font varier. Il décrit le four Laurent qui est le régulateur par excellence de cet appareil; il expose l'influence de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux et il indique comment, en imaginant d'appliquer la réaction Hargreaves au procédé Deacon, il a pu triompher complètement de cette difficulté et appliquer au Deacon tous les gaz dégagés du four à sulfate.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE des Électriciens.

Séance du 2 mars 1892.

Rayonnement de la chaleur par la surface des machines dynamo-électriques. — La puissance d'une dynamo n'est pas aussi nettement déterminée que celle d'un moteur à gaz ou d'une machine à vapeur; la machine électrique est capable d'un excédent de charge qui n'est limité, à part les accidents mécaniques, que par l'échauffement des organes induits ou inducteurs : l'isolement est alors compromis et le moteur brûle.

Si donc on parvient à diminuer la quantité de travail converti en chaleur, on augmentera d'autant le rendement du moteur.

M. Rechnewski, qui a fait nombre d'expériences à ce sujet, estime à 20 ou 30 °/₀, l'augmentation de puissance qu'une meilleure ventilation de l'induit procurait à divers types de dynamos. La question a donc une réelle importance pour les constructeurs. L'auteur a calculé que pour certains induits, il faudrait, par exemple, 8cm², de surface refroidissante par watt intérieurement transformé en chaleur; tandis que pour des formes plus dégagées, 3cm² suffiraient.

On voit par là quelles erreurs peuvent être commises dans la construction et, aussi, la nécessité économique de tenir compte du rayonnement calorifique par centimètre de surface.

Première application pratique de tramways électriques à Paris. — Dès que, il y a une dizaine d'années, les accumulateurs commencèrent à devenir utilisables, on essaya de les appliquer à la traction des tramways : les premières tentatives échouèrent en raison, particulièrement, de l'imperfection des organes électriques.

Mais, depuis, de grands progrès ont été accomplis et, il y a tout lieu de croire que l'initiative prise récemment par la Compagnie des Tramways-Nord, secondée par la Société anonyme pour le travail

Digitized by Google

électrique des métaux, dont les accumulateurs jouissent d'une juste réputation, ouvrira pour Paris l'ère d'un nouveau service public régulièrement exploité, celle des tramways électriques.

Presque toutes les voitures de tramways à traction électrique qui circulent à l'étranger, sont actionnées à distance par des usines génératrices qui envoient e courant aux voitures motrices par l'intermédiaire de conducteurs aériens ou de canalisations souterraines : Il n'y fallait pas songer à Paris où les voitures doivent être automotrices où ne pas être.

C'est ce que M. Fr. Géraldy fait ressortir en exposant les conditions d'établissement et d'exploitation des nouvelles lignes, qui, déjà, fonctionnent partiellement de Paris à Saint-Denis et de Paris à Saint-Ouen. Sur ces deux voies, qui offrent des pentes de 10 à 35^{mm} par mètre, la vitesse à atteindre est de 11 à 16 kilomètres à l'heure pour un travail utile devant varier de trois à seize chevaux environ. Partant de ces données, on a établi qu'il fallait pour assurer le service, 2500 kilogrammes d'accumulateurs sur chaque voiture motrice, représentant cinquante-deux chevaux-heure de puissance effective ; matériel que l'on dispose sur les banquettes en deux groupes, de six caisses, de neuf éléments, soit au otal cent huit éléments.

La machinerie offre d'intéressantes particularités : chaque voiture-tramway possède deux essieux mobiles et indépendants portés par un châssis rectangulaire qu'une cheville réunit à la voiture ; aux quatre angles de chaque châssis sont placés des galets, de sorte que la caisse de la voiture roule sur ces petits trucs et que, dans les courbes, le frottement des roues sur les rails est réduit au minimum ; une combinaison spéciale de billes agissant sur des ressorts maintient ou ramène les roues à la position normale. Les deux freins, dont chaque voitures est munie, sont également bien étudiés et appropriés à leur destination.

Quant à l'usine centrale établie à Saint-Denis, elle comprend trois moteurs Corliss de cent-vingt-cinq chevaux qui commandent trois dynamos Desroziers de soixante chevaux, et un hall pour le chargement des accumulateurs.

Enfin les dispositions prises pour la mise en place des batteries sur les voitures et pour leur remplacement, opération qui s'effectuent sans difficulté comme sans danger, complètent très heureusement cette remarquable installation.

ALSA.

BIBLIOGRAPHIE

Nouveau Dictionnaire d'Économie politique, publié sous la direction de M. Léon SAY, membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences morales et politiques, et de M. Joseph CHAILLEY. — L'ouvrage formera environ 18 livraisons et 2 volumes in-8° jésus. Guillaumin et C^{ie}, éditeurs, Paris. — Prix : **50** fr. Prix de chaque livraison : **3** francs. Les seize premières livraisons sont en vente.

Le nouveau Dictionnaire d'économie politique que la librairie Guillaumin et C^{ie} publie en ce moment, est un ouvrage d'une très grande valeur, dont on ne saurait trop recommander la lecture aux personnes qui désirent s'instruire dans la science si complexe de l'économie politique. L'autorité dont jouissent en cette science MM. Léon Say et Joseph Chailley, directeurs de cette publication, est une garantie que l'œuvre présentée au public mérite une attention toute spéciale.

Le nouveau dictionnaire est un traité d'économie politique très complet, dans lequel toutes les questions étudiées ont l'avantage d'être classées par ordre alphabétique. A la fin de chaque article, se trouve une bibliographie permettant de consulter d'autres ouvrages sur la question qu'il vient d'étudier. Les différents articles sont signés de leurs auteurs, et il suffit de lire leurs noms pour voir que tous ont une autorité toute spéciale dans les sujets qu'ils ont traités.

Il ne suffit pas de connaître ce qui est relatif aux diverses questions étudiées en économie politique, il faut encore avoir des notions sur les économistes, savoir comment ils ont vécu, quelles ont été leurs professions ainsi que leurs œuvres. Le nouveau dictionnaire donne encore pleine satisfaction sur ce point à ses lecteurs dans les notices faites sur chacun des économistes anciens et modernes.

La participation des ouvriers aux bénéfices et les difficultés présentes, par A. GIBON, ancien directeur des forges de Commentry. — Guillaumin et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1892. — Prix : **3** francs.

M. A. Gibon vient de réunir en brochure la série d'excellents articles sur la participation des ouvriers aux bénéfices qu'il a publiés dans le *Génie Civil*. Il y a joint d'intéressantes annexes qui n'avaient pas trouvé place dans le journal. Cet important travail de notre distingué collaborateur retrouvera certainement sous la forme du livre le succès bien mérité qu'il a rencontré dans les colonnes du *Génie Civil* au fur et à mesure de son apparition.

Traité pratique d'électricité à l'usage des Ingénieurs et des Constructeurs (théorie mécanique du magnétisme et de l'électricité ; mesures électriques ; piles, accumulateurs et machines électrostatiques ; machines dynamo-électriques génératrices ; transport, distribution et transformation de l'énergie électrique ; utilisation de l'énergie électrique), par Félix LUCAS, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur des Chemins de l'État. — 1 volume grand in-8°, avec 278 figures dans le texte. Baudry et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1892. — Prix : **15** fr.

Le beau traité d'électricité que vient de publier M. Félix Lucas, le savant Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est divisé en six parties.

Nous ne pouvons mieux faire, pour en indiquer le plan général, que de reproduire les paroles mêmes de l'auteur :

« Les applications de l'électricité, dit M. F. Lucas, outre qu'elles occupent une large place dans diverses industries, intéressent directement aussi tous les services publics, y compris ceux de la guerre et de la marine. Toute installation électrique exige la rédaction d'un projet et d'un devis estimatif, l'exécution de ce projet et le contrôle des travaux : de là la nécessité, pour les Ingénieurs et les constructeurs, de bien connaître les lois de l'électricité, les méthodes et appareils de mesure, les machines génératrices et réceptrices des courants, les accumulateurs et les transformateurs de l'énergie électrique, les canalisations nécessaires pour le transport et l'utilisation de cette énergie. Un traité d'électricité, principalement destiné à ces hommes techniques dont le savoir est grand et dont le temps est précieux, doit être à la fois précis et concis ; ce traité doit condenser, en outre, à côté des exposés théoriques et descriptifs, tous les renseignements numériques pratiquement nécessaires. J'ai fait tous mes efforts pour remplir ce programme, en ne perdant pas de vue que la clarté doit toujours résulter de la concision ; c'est ainsi que j'ai pu espérer produire un ouvrage utile. »

Ce traité pratique d'électricité contient une partie théorique très complète, dans laquelle les démonstrations ont toujours été choisies de manière à conduire rapidement et directement au but. La partie relative aux dynamos réceptrices renferme deux importants chapitres, respectivement consacrés à l'induit et à l'inducteur ; l'auteur a mis clairement en relief les propriétés caractéristiques des divers modes d'enroulement, des diverses méthodes de captage des courants, les propriétés du circuit magnétique inducteur, etc.

Dans la partie relative à l'éclairage électrique, M. Félix Lucas fait connaître les lois du phénomène de l'incandescence dans le vide à des températures beaucoup plus élevées que celles des filaments des lampes actuelles. Un grand nombre de schémas nouveaux intercalés dans le texte contribuent à la grande lucidité des explications.

Les chemins de fer et les tramways, par Adolphe SCHŒLLER, Ingénieur des Arts et Manufactures, inspecteur à la Compagnie du chemin de fer du Nord. 90 figures. *(Bibliothèque scientifique contemporaine)*. — J.-B. Baillière et fils ; éditeurs, Paris, 1892. — Prix : **3** fr. **50**.

Dans son ouvrage sur les chemins de fer et les tramways, M. Schœller montre d'abord comment est constitué le chemin qui permet de circuler sans danger aux vitesses les plus vertigineuses ; comment sont disposées les gares pour assurer un service commode et rapide ; quels sont les signaux et les appareils sans nombre qui veillent à la sécurité du voyageur ; quelles sont les principales dispositions réglementaires complétant les signaux pour assurer la circulation, ou régissant la composition et la marche des trains.

Ensuite, il décrit ce que sont aujourd'hui les locomotives, moteurs uniques comme vitesse et comme puissance, et les véhicules, selon les catégories de transport auxquelles ils doivent répondre.

Puis, il fait connaître les solutions adoptées pour la construction, l'exploitation et la traction des chemins de fer, dans les cas spéciaux : chemins métropolitains, à voie étroite, sur routes, tramways.

Le dernier chapitre est consacré à la principale application faite, jusqu'à ce jour, de la force motrice à laquelle l'avenir semble réservé : l'électricité.

L'auteur a indiqué, dans chaque chapitre, ce qui se fait en France. Il donne, en outre, un aperçu des solutions diverses et conformes au génie de chaque nation, adoptées dans les autres pays.

Résistance des matériaux, par A. MADAMET, directeur de l'Ecole d'application du génie maritime. — Bernard et C^{ie}. Paris, 1891.

M. Madamet vient de faire paraître un traité de résistance des matériaux où il se propose de fournir aux praticiens les principes et les formules qui peuvent les guider dans la mise en œuvre des matériaux.

Cet ouvrage est divisé en seize chapitres dont nous allons donner une courte analyse. Le premier, sous le titre notions préliminaires, reproduit une théorie moléculaire que l'auteur a publiée en 1881, à la librairie Gauthier-Villars. Ce premier chapitre est destiné à faire la distinction entre la théorie générale de l'élasticité et la résistance des matériaux.

Le chapitre II est consacré à la traction, au phénomène de striction et à l'influence de la température sur l'allongement.

La compression, le glissement, la flexion et la torsion sont l'objet des chapitres III, IV, V, VI. Signalons spécialement au chapitre de la flexion : le calcul des tôles et des rivets d'une poutre d'assemblage de section constante, le calcul des pièces d'assemblage réunissant plusieurs pièces superposées, le calcul des efforts qui se produisent suivant un joint oblique dans une poutre de section constante, le gauchissement des pièces soumises à des efforts de flexion.

Les différents cas de résistance composée sont traités bien complètement au chapitre VII, ainsi que la résistance au flambement des pièces des ouvrages métalliques.

Les phénomènes de rupture et les solides d'égale résistance sont étudiés dans les chapitres VIII et IX.

Les systèmes articulés avec lignes surabondantes et les systèmes articulés strictement indéformables sont l'objet des chapitres X, XI et XII.

Les derniers chapitres traitent respectivement des pièces courbes, des enveloppes, des plaques et enfin de la résistance des corps soumis à des actions dynamiques.

L'ouvrage de M. Madamet est donc un corps de doctrine complet sur la résistance des matériaux contenu en un volume où les renseignements, les résultats d'expériences et les formules abondent. Il est du nombre des bons ouvrages dont l'ingénieur doit composer sa bibliothèque.

Ouvrages techniques et scientifiques récemment parus :

Chemins de fer. Notions générales et économiques, par Léon LEYGUE, ancien ingénieur auxiliaire des Ponts-et-Chaussées, Ingénieur civil, 1 vol. grand in-8°. — Baudry et C^{ie}, éditeurs, Paris. — Prix : **15** francs.

Traité de Chimie agricole, par P.-P. DEHÉRAIN, membre de l'Institut. Professeur de physiologie végétale au Muséum d'histoire naturelle et de chimie agricole à l'École d'Agriculture de Grignon. 1 vol. in-8° illustré. — G. Masson, éditeur, Paris. — Prix : **15** francs.

Quarante-cinq plans de pose pour téléphones magnétiques microphones, avec ou sans bobine d'induction pour installations privées, par G. BENARD, constructeur-électricien. Album oblong. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **3** francs.

La Photolypie pour rien, sans étuve, ni presse, par A. TOURNOIS. 1 vol. in-18. — J. Michelet, éditeur, Paris. — Prix : **2** francs.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 25. N° 515. Samedi 23 Avril 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Fabrication des cycles, p. 401 ; Félix Beaujouan et Yves Guédon. — **Art militaire** : La tourelle oscillante de la Compagnie des Forges de Saint-Chamond, p. 404 ; G. Foris. — **Expositions** : Exposition internationale de Chicago, p. 406. — *Correspondance :* Trains continus et trottoirs à vitesses multiples, p. 408 ; Eugène Hénard. — **Travaux publics** : Amélioration des passes à l'entrée du port de New-York (*planche XXVI*), p. 409. — **Hygiène** : Les bains d'ouvriers, p. 412 ; Max de Nansouty. — **Agriculture** : Traité de chimie agricole de M. P.-P. Dehérain, de l'Institut, p. 412 ; R. Lezé. — **Chemins de fer** : Rappel à ressort pour signaux de chemins de fer, p. 413 ; G. Petit ; — Collision entre deux trains en Amérique, p. 413. — **Correspondance** : Réponse du Comptoir métallurgique de Longwy à un article du *Jour*, du 6 avril 1892, intitulé : « l'Accaparement des fontes, un krach futur », p. 414 ; G. Aubé. — **Variétés** : Le Nil, le Soudan, l'Egypte, par A. Chélu, p. 415 ; Edouard Mariette. — **Informations** : Nouvelles expériences sur la poussée des terres, p. 415 ; — Avertisseur en cas d'inondations, p. 415 ; — Manivelle à bouton mobile supprimant les points morts, p. 415.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences, séances des 7 et 14 mars 1892, p. 416 ; G. Petit.

Bibliographie. — Livres récemment parus, p. 416.

Planche XXVI : Amélioration des passes à l'entrée du port de New-York. Appareils de dragage.

MÉCANIQUE

FABRICATION DES CYCLES

La vélocipédie, qui a pris naissance il y a une trentaine d'années environ, après avoir traversé de nombreuses périodes d'accalmie, prend depuis quelque temps une extension considérable.

Après avoir subi un grand nombre de transformations successives, elle paraît avoir enfin atteint sa forme définitive sous les traits de la *Reine Bicyclette*, ainsi que l'a si heureusement baptisée Pierre Giffard.

Depuis l'apparition du pneumatique Dunlop, d'une souplesse et d'une élasticité si merveilleuses, au point qu'on croit *rouler sur l'air*, pour nous servir de l'expression populaire, la vélocipédie a pris un nouvel essor, qui s'est traduit notamment l'an dernier par deux manifestations de longue haleine : la course de Bordeaux-Paris, organisée par le *Véloce-Sport* et la course du *Petit Journal* de Paris-Brest et retour.

Cette année nous en promet bien d'autres. Depuis l'Exposition du Stanley-Show, à Londres, au mois de janvier, où M. Clément, seul de tous les constructeurs français, a osé se mesurer avec les Anglais et s'en est tiré avec les honneurs de la guerre, l'activité de nos fabricants s'est décuplée pour pouvoir arriver à satisfaire aux demandes qui leur parviennent de tous les coins de la France et même de l'étranger.

Sait-on bien que, dans le courant de cette année seulement, quatre-vingt mille vélocipèdes, au bas mot, vont sortir des usines françaises? Et ce malgré le nombre considérable de cycles qui ont été introduits en France avant février, pour échapper ainsi aux nouveaux droits de douane.

En dehors de tous les velocemen qui sillonnent les chemins pour leurs affaires ou leur agrément, nous sommes déjà assurés d'une bonne douzaine de courses à longue distance, d'ici trois mois.

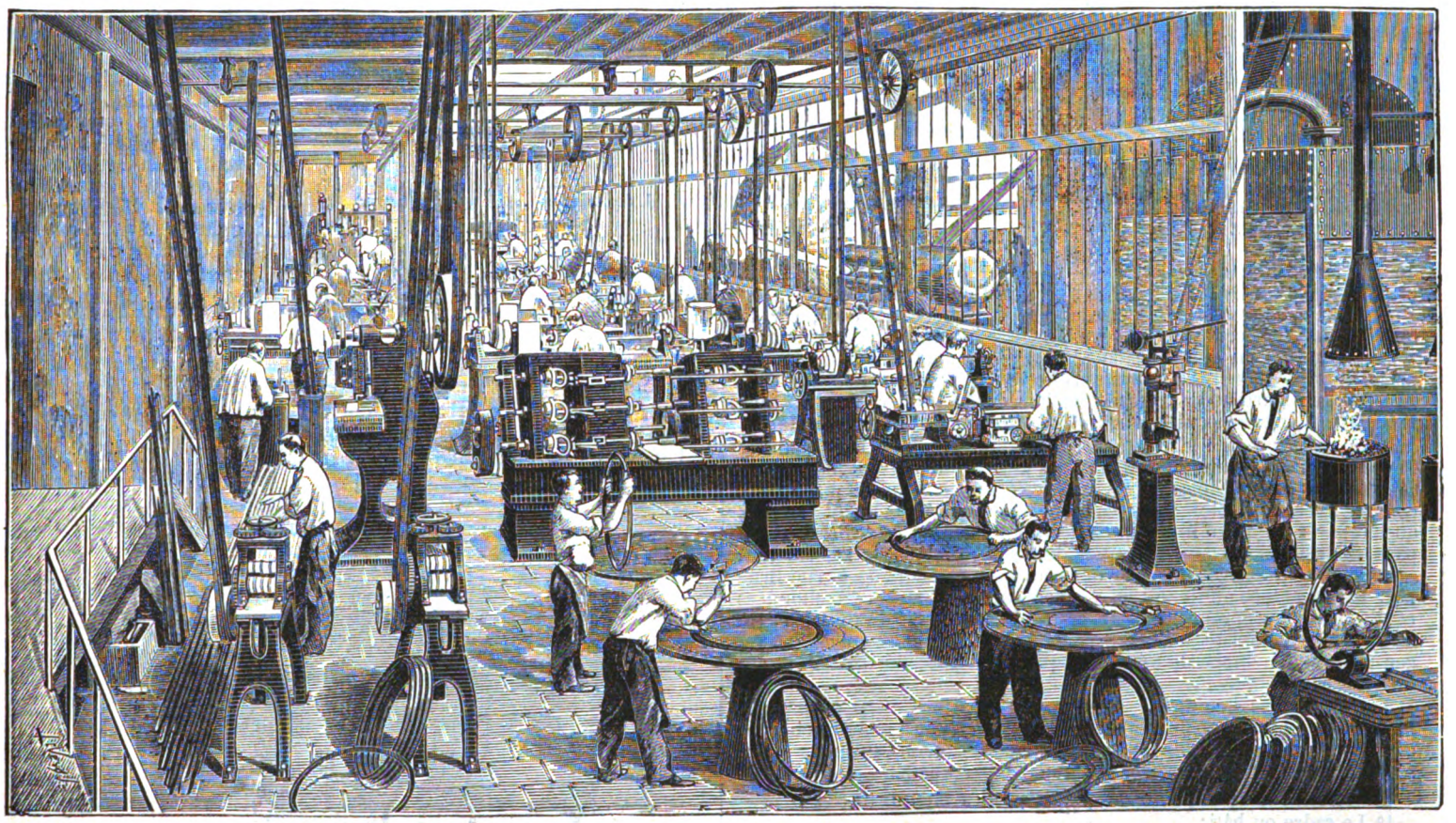


Fig. 1. — Les ateliers de la maison Clément, à Paris. — Ateliers de fabrication des pièces de précision.

Nous en trouvons la nomenclature dans le *Véloce-Sport* du commencement de ce mois :

	Kilomètres
Le 17 avril, course organisée par le journal *Lyon-Républicain* (régionale)	525
Le 24 avril, course de Rouen au Havre et retour	175
Le 1er mai, course de Paris en Alsace et retour	725
Le 14 mai, grande course annuelle internationale de Bordeaux à Paris, organisée par le *Véloce-Sport*	600
Le 15 mai, Epernay, course de fond sur route (régionale)	300
Le 12 juin, grande course de Liège (Belgique) à Paris et retour	800
Le 3 juillet, course circulaire organisée par la *Revue des Sports*	1.000
Le 14 août, de Paris à Trouville et retour	440
Enfin à des dates ultérieures non arrêtées :	
Course de Roubaix à Paris	260
Course de Paris à Dieppe et retour	340
Et course de Paris à Marseille et retour	1.700
Soit un total de	7.265

Digitized by Google

Signalons enfin la course à pied de Paris-Belfort, organisée par l'infatigable Jean Sans Terre du *Petit Journal*, dont le contrôle sera fait par des vélocipédistes. N'oublions pas non plus le dernier venu du sport vélocipédique : nous voulons parler du journal *le Cycle*, dont les rallye-papers, organisés par son directeur M. Baudry de Saunier, sont si goûtés des amateurs parisiens.

Et il s'en organisera certainement d'autres. Les vélocipédistes militaires, utilisés comme estafettes, éclaireurs, etc., ont donné des résultats tels que toutes les puissances armées ont organisé des services complets de vélocipédie.

L'Angleterre, le pays classique du *Time is money*, a vite compris tout le parti que l'on pouvait en tirer; l'ouvrier, l'employé, le négociant, s'en servent pour se rendre à l'atelier, au bureau ; la bicyclette fait gagner du temps et constitue un sport des plus hygiéniques.

En France, où le vélocipède a pris naissance, comme l'a si bien établi M. Baudry de Saunier dans son *Histoire de la Vélocipédie*, nous sommes un peu en retard sur nos voisins; mais l'année qui vient nous mettra certainement de pair avec eux. La fabrication des vélocipèdes y a pris une énorme extension et est en passe de devenir une industrie des plus importantes et des plus prospères. Elle nécessite l'emploi de diverses machines-outils spécialement étudiées dans ce but et produisant un travail d'une précision absolue; car, contrairement à une croyance très répandue, le vélocipède n'est ni de la serrurerie, ni de la carrosserie, et encore moins de la quincaillerie; c'est tout simplement de la mécanique et nous ajouterons, de la mécanique de haute précision.

Il faut bien se dire que la fabrication des vélocipèdes est une indutrie *classée*, méritant l'attention de toutes les personnes s'occupant de mécanique.

A ce titre, elle méritait d'être décrite dans le *Génie Civil*, car la fabrication bien comprise du cycle est le triomphe de l'outillage.

Comprend-on en effet rien de plus ingénieux qu'une machine en acier, élégante et ne pesant pas plus de 18 kilogr., servant sans repos ni entretien particulier à des cavaliers de 75 kilogr., et de plus fournissant des *raids* qui feraient reculer les plus intrépides Cosaques.

Pour arriver à une fabrication parfaite, la première condition est l'exécution mathématique de toutes les pièces qui doivent être absolument interchangeables, ainsi que cela existe pour la machine à coudre, les armes, etc. Dans ce but, la maison A. Clément, la plus ancienne et la plus importante des manufactures françaises s'occupant exclusivement de la construction des cycles, a concentré tout ses efforts pour arriver à réunir dans ses vastes ateliers de la rue Brunel, les machines-outils les plus modernes, les plus perfectionnées et les mieux appropriées à ce genre de travail. Elle a, en outre, complété son puissant outillage en créant ou s'adjoignant de l'étranger un grand nombre de machines qui produisent un travail absolument remarquable.

Pour expliquer l'emploi de ces diverses machines, nous allons faire l'historique de la construction d'une bicyclette, et nous prendrons comme type, la bicyclette de course Clément (fig. 2), qui nous paraît résumer tous les derniers perfectionnements réalisés.

Un vélocipède se compose de quatre parties bien distinctes :

1° Le cadre ou bâti;

2° Les roues;

3° Les frottements des divers organes, appelés, en terme de métier, les roulements;

4° Les organes de transmission de mouvement.

Cadre. — Le cadre (fig. 3) est formé de tubes d'acier sans soudure étirés à froid. Cet étirage a pour but de donner au tube un calibrage parfait, en même temps qu'une très grande rigidité et une très grande dureté, qui, cependant, est légèrement atténuée par une faible trempe dans un bain d'huile.

L'assemblage des tubes entre eux s'effectue au moyen de pièces de jonction, généralement en fonte d'acier, ou en acier forgé ou estampé. Ces assemblages sont ensuite brasés au cuivre, de façon à obtenir une liaison parfaite de toutes les pièces du cadre.

Pour ne pas détruire la rigidité donnée aux tubes par l'étirage à froid, il importe que toutes les pièces d'assemblage soient d'une épaisseur bien uniforme et sensiblement égale à celle des tubes, de façon que dans l'opération du brasage, les deux pièces soient portées en même temps à la même température, et que le refroidissement à l'air libre soit suffisamment rapide pour donner au métal une légère trempe.

L'épaisseur des tubes varie depuis un demi-millimètre jusqu'à deux millimètres environ. Les tubes sont généralement employés droits dans ce cas, ils sont simplement coupés de longueur très exactement, pour que l'ajustage du cadre puisse s'effectuer d'une façon rigoureuse.

Quelquefois, les tubes doivent avoir une forme conique; on emploie à cet effet des machines qui, quoique basées sur des principes différents, n'en donnent pas moins des résultats identiques.

La première (fig. 4) est une machine à forger, à marteaux multiples. Chaque marteau correspond à une étampe de dimensions décroissantes, depuis le diamètre primitif du tube, jusqu'au diamètre que doit avoir la plus petite extrémité.

Par une série d'opérations rapidement répétées, le tube est rendu très régulièrement conique sur toute sa longueur. Ce travail s'opère à chaud.

La seconde machine (fig. 5), au contraire, opère à froid et fait subir au tube une sorte de laminage, en le forçant à passer entre quatre galets en acier qui portent sur toute leur circonférence une gorge de profondeur décroissante, de dimensions appropriées au travail que l'on veut obtenir.

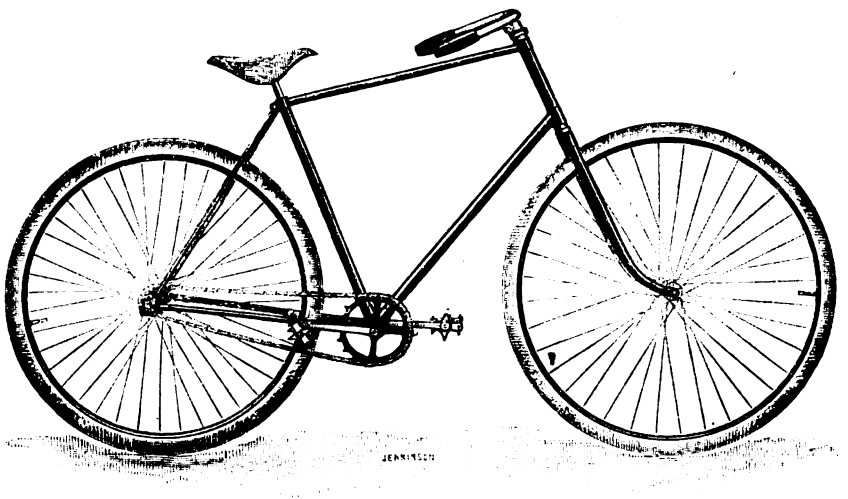


Fig. 2. — Bicyclette Clément spéciale de course n° 1.

Ces galets, dont deux sont verticaux et les deux autres horizontaux, donnent comme intersection en chaque point une circonférence parfaite, qui devient de plus en plus petite, au fur et à mesure de la rotation des galets, et ce jusqu'à ce qu'ils aient accompli une révolution entière.

La circonférence des galets doit correspondre à la longueur du tube, et la section de la gorge, à son diamètre.

Les tubes employés pour la fourche de la roue avant, non seulement sont coniques, mais leur section est elliptique, et de plus ils doivent affecter une certaine courbure.

La section elliptique s'obtient à la presse hydraulique, en serrant le tube-cône entre deux étampes ayant la forme et les dimensions nécessaires.

Le cintrage se fait à chaud sur une forme spéciale, en ayant soin de remplir le tube de sable fin, et de boucher ses extrémités avec des tampons.

Pour tous les autres tubes qui doivent être cintrés, on emploie le même procédé, qui, du reste, n'offre rien de particulier.

Les parties de tube qui reçoivent les pièces de jonction sont parfaitement nettoyées et soigneusement polies, pour que la brasure puisse bien adhérer partout.

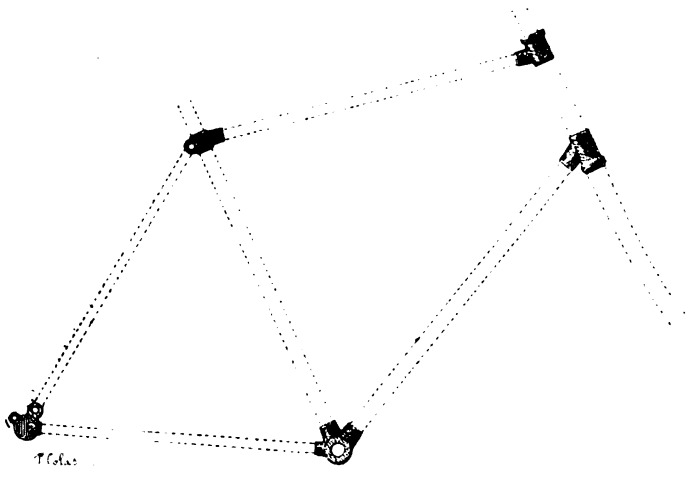


Fig. 3. — Cadre de machine de course.

Les différents tubes constituant le bâti forment entre eux des angles d'ouvertures diverses, qui doivent être reproduits mathématiquement dans les pièces de jonction.

Les assemblages se font à l'extérieur ou à l'intérieur des tubes.

Dans le premier cas, les pièces de jonction sont alésées ; dans le second, elles sont tournées pour les tubes ronds, ou fraisées, si les tubes sont ovales, comme pour la fourche de la roue d'avant.

L'alésage des pièces d'assemblage se fait sur une machine spéciale (fig. 6) comportant trois outils parallèles disposés pour exécuter chacun une opération différente.

Digitized by Google

Les pièces à aléser sont montées sur des plateaux pouvant prendre toutes les positions nécessaires, et pouvant tourner avec des vitesses variables.

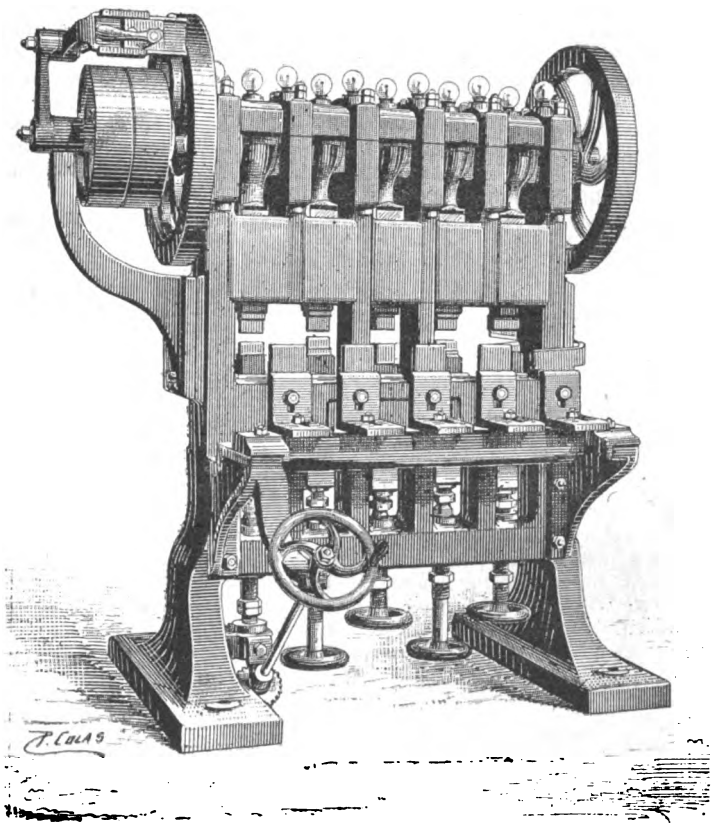


Fig. 4. — Machine à forger à cinq outils.

Les outils sont fixes et animés seulement d'un mouvement de translation; l'intérieur est creux et un petit tuyau amène à l'extrémité de l'outil un jet d'eau de savon qui lubrifie constamment le métal au point exact où se produit le travail.

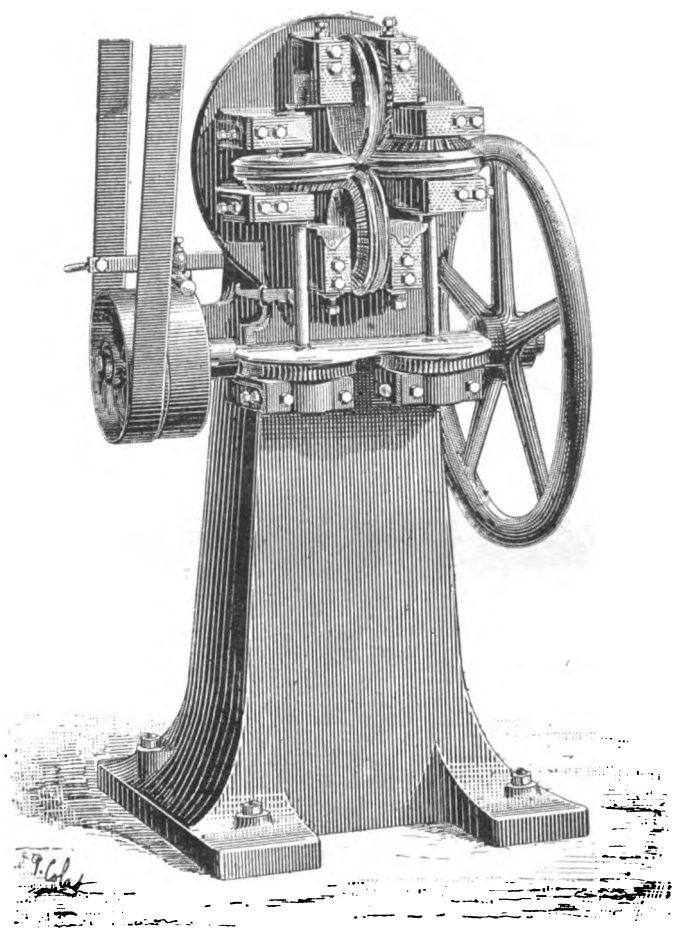


Fig. 5. — Machine à étirer à froid système Barriquand.

Pour une même série de pièces, chaque outil répétant toujours la même opération, il en résulte que ces pièces sont parfaitement semblables et ont des angles rigoureusement exacts.

Le tournage et le fraisage des assemblages intérieurs ne présente rien de particulier et se fait sur les tours et sur les fraiseuses ordinaires.

En général, les pièces fondues ou estampées ont extérieurement les

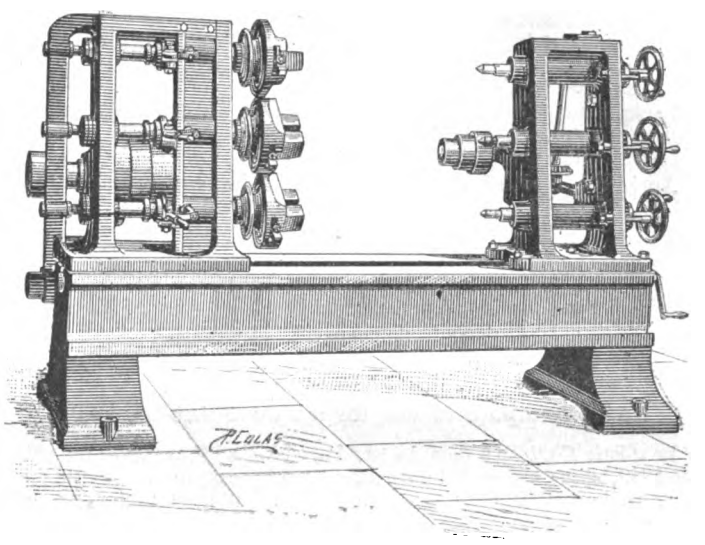


Fig. 6. — Machine à aléser à trois outils horizontaux.

dimensions définitives qu'elles doivent avoir, n'ayant ainsi à subir qu'un nettoyage et un blanchissage à la lime.

D'autres, au contraire, comme le collier d'excentrique (fig. 7) de la roue arrière, passent par une série d'opérations des plus diverses,

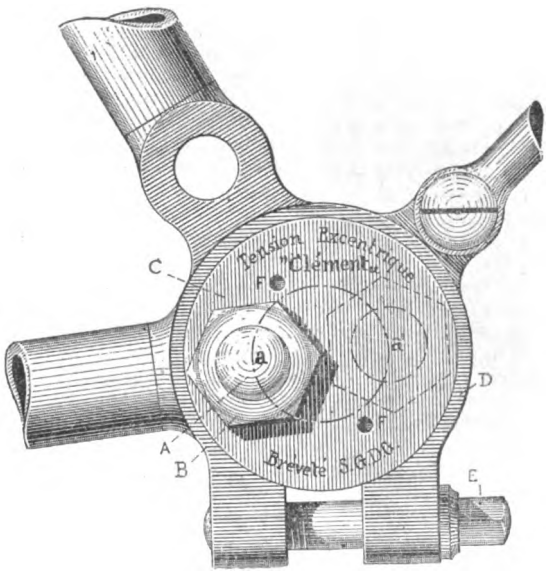


Fig. 7. — Tension de chaine à coussinet excentrique « Clément ».

Légende : A. Axe de la roue. — B. Écrous 6 pans pour l'axe. — C. Rondelle excentrique. — D. Collier de serrage, — E. Vis de serrage du collier. — F. Trous percés dans la rondelle C pour recevoir la clé à fourche. — a, a'. Positions extrêmes donnant le minimum et le maximum de tension pour la chaine.

La ligne pointillée circulaire entre a et a' donne toutes les tensions intermédiaires.

nécessitant l'emploi de plusieurs outils différents et sont entièrement terminées mécaniquement.

Le contour de ces pièces est fraisé par une machine à reproduire également très intéressante qui polit les colliers sur toutes leurs faces.

Quand tous les tubes et toutes les pièces de jonction sont préparés, on les assemble entre eux en se servant d'un gabarit très robuste, muni de points fixes convenablement disposés, qui règlent d'une façon rigoureuse la position des diverses parties du bâti et les maintiennent fortement dans cette position.

On perce ensuite des petits trous traversant les pièces d'assemblage et les tubes en leurs différents points de jonction, puis on goupille le tout.

Le bâti ainsi goupillé est indéformable; il peut être alors retiré de

Digitized by Google

son gabarit ; et tous les bâtis assemblés de cette façon ont des formes et des dimensions identiquement semblables et parfaitement régulières.

Les différents points d'assemblage sont ensuite soigneusement brasés, au moyen d'un chalumeau alimenté par le gaz d'éclairage. On dispose la pièce à braser sur un lit de coke qui, sous l'influence du jet de gaz, entre rapidement en incandescence, portant vite au rouge la partie inférieure de la pièce, pendant que le gaz échauffe la partie supérieure.

Cette façon de procéder permet de ne chauffer que juste le point nécessaire où doit se faire la brasure, et il importe de conduire cette opération avec le plus grand soin, pour éviter de brûler les tubes, qui, comme nous le disions plus haut, n'ont quelquefois qu'un demi-millimètre d'épaisseur.

Lorsque tous les assemblages sont brasés, on met le bâti dans un bain d'eau légèrement acidulée, pour le décaper et enlever tout l'excès de borax qui a coulé pendant la brasure.

Après avoir retiré le bâti du bain, on le rince soigneusement à l'eau claire, en le frottant énergiquement avec une brosse dure, pour faire disparaître toute trace d'acide.

On termine la fabrication du bâti en limant avec le plus grand soin les pièces de jonction, pour leur donner une forme extérieure parfaitement régulière et pour enlever les bavures du cuivre.

Ce travail est des plus délicats, car il est de la plus haute importance de ne pas limer les tubes à leur point de rencontre avec les pièces de jonction, ce qui les affaiblirait et pourrait parfaitement amener une rupture en ce point.

Le limage terminé, on polit entièrement le bâti au moyen d'une meule en bois garni de buffle ; ce polissage est absolument indispensable pour obtenir un émail bien brillant, très adhérent et parfaitement régulier sur toute sa surface.

Le bâti est alors prêt à recevoir les autres organes qui doivent compléter la bicyclette.

(A suivre.)

Félix Beaujouan, *Ingénieur civil,*
Yves Guédon, *Ingénieur civil.*

ART MILITAIRE

LA TOURELLE OSCILLANTE

de la Compagnie des forges de Saint-Chamond.

Le *Génie Civil* (1) a déjà décrit, à propos de l'Exposition universelle de 1889, dans un article consacré aux forges de Saint-Chamond, la tourelle oscillante du commandant Mougin, dont le modèle au $^1/_{10}$ figurait à l'exposition de cette Compagnie, et en a signalé les propriétés les plus intéressantes. Il nous suffira donc de résumer brièvement le point où en était la question à cette époque.

Les tourelles cuirassées du type ordinaire, c'est-à-dire simplement mobiles autour de leur axe vertical de figure, avaient été adoptées à peu près partout pour l'armement de la fortification, malgré la vulnérabilité des bouches des canons, le seul point faible de ces excellents engins de défense. On avait cherché à y remédier par un procédé de tir qui consistait à faire tourner les tourelles d'un mouvement continu et à donner le feu aux canons au moyen de contacts électriques convenablement repérés.

Le danger des coups d'embrasure était ainsi atténué dans une mesure importante. Mais ce palliatif fut jugé insuffisant lorsque parurent les obus torpilles à la mélinite ou au fulmi-coton ; car les éclats de ces projectiles, lancés dans toutes les directions avec des vitesses inconnues jusqu'alors, pouvaient mettre hors de service les canons des tourelles, même lorsque celles-ci tournaient le dos à l'ennemi. Alors s'imposa la nécessité d'*éclipser*, soit les tourelles elles-mêmes, soit leurs embrasures, c'est-à-dire de soustraire celles-ci à toutes les atteintes, sauf pendant les quelques secondes nécessaires au tir de chaque salve.

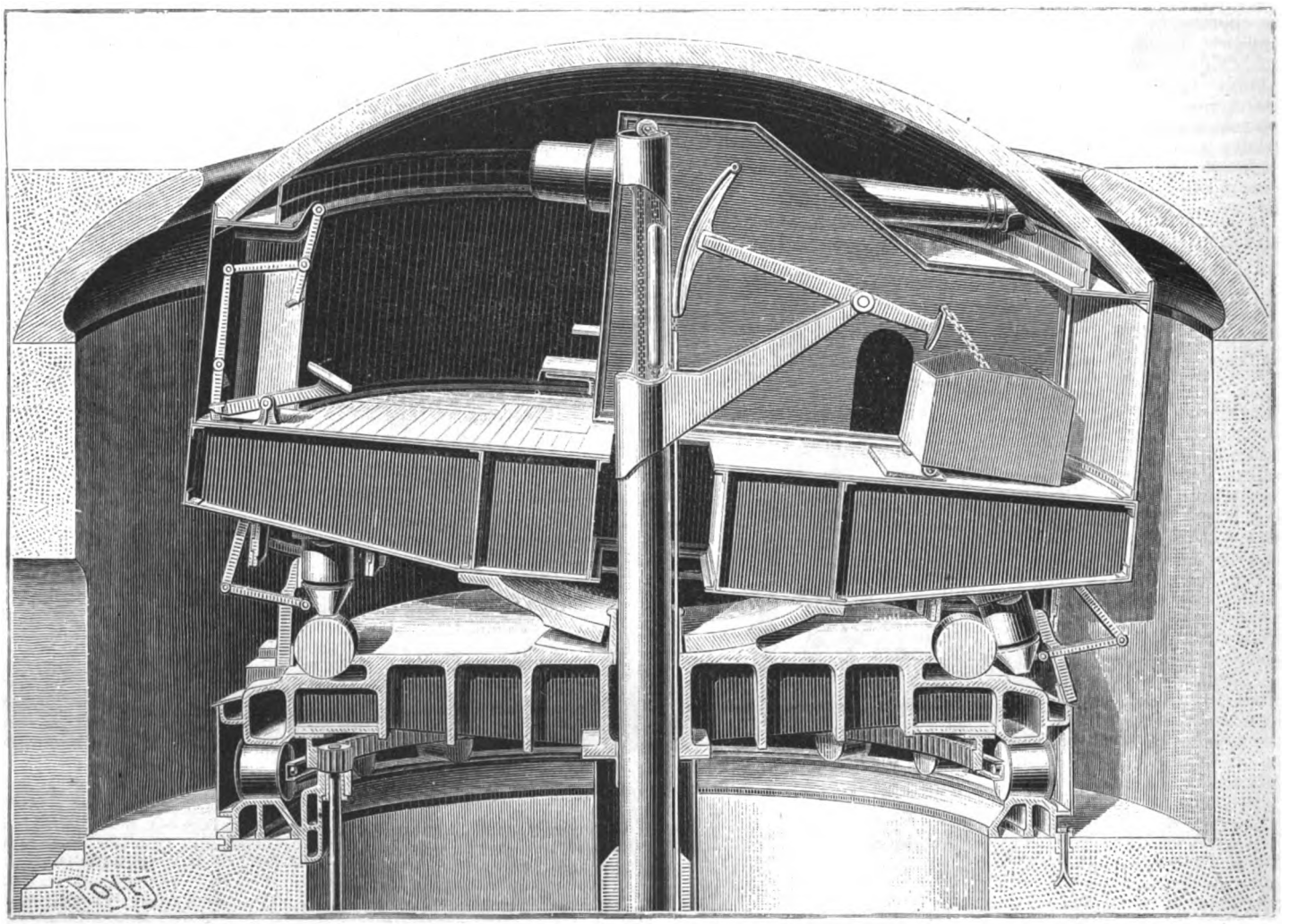


Fig. 1. — Tourelle oscillante de la Compagnie des Forges de Saint-Chamond. Position d'éclipse.

L'idée qui se présentait le plus naturellement à l'esprit, consistait à réaliser l'éclipse par le mouvement vertical alternatif de la tourelle : aussi des recherches nombreuses et intéressantes ont-elles été faites dans ce sens ; mais il est facile de comprendre que cette solution du problème comporte l'embarras d'énormes contrepoids, coûteux et encombrants. Le mouvement vertical de l'ouvrage a d'ailleurs l'inconvénient d'appeler forcément l'attention de l'ennemi et de lui signaler, dès le début de l'opération, l'intérêt qu'il peut avoir à tirer aux embrasures, avec chances de succès. Enfin, la tourelle à éclipse verticale

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 2, p. 39.

Digitized by Google

comporte nécessairement une partie cylindrique, exposée aux coups de l'ennemi, et cette forme est moins résistante que la forme en calotte sphérique, ainsi que l'ont prouvé des expériences nombreuses et décisives.

La tourelle *oscillante* constitue une solution du problème incontestablement plus élégante : elle ne tient pas plus de place dans les sous-sols de la fortification qu'une tourelle ordinaire ; son aspect extérieur, son *contour apparent*, comme disent les géomètres, ne change pas lorsqu'elle passe de la position d'éclipse à la position de tir ou inversement ; enfin, son cuirassement est exclusivement en forme de calotte sphérique.

Telle que le commandant Mougin l'avait présentée à l'Exposition de 1889, c'était une tourelle ordinaire pouvant tourner d'un certain angle (10°) autour d'un axe horizontal perpendiculaire au plan de tir des canons. Le plancher étant incliné à — 5° en avant, les embrasures étaient cachées sous l'*avant-cuirasse* : l'oscillation du système amenant ce plancher à + 5°, les embrasures étaient démasquées et les pièces, préalablement chargées et pointées dans la première position, prêtes à faire feu.

Comme le centre de gravité de la partie oscillante se trouvait notablement au-dessus de l'axe d'oscillation, on avait dû chercher à en équilibrer le poids, et on y était parvenu au moyen d'un grand ressort à double action : le travail nécessaire pour mettre le système en mouvement consistait principalement donc à vaincre le frottement de l'arbre horizontal tournant dans ses coussinets.

Ce frottement était assez considérable, le poids du système oscillant devant dépasser 200 tonnes et ayant atteint, en fait, 240 tonnes. Il était, d'ailleurs, de la plus haute importance d'exécuter rapidement le double mouvement d'oscillation, car on peut dire que, toutes choses égales d'ailleurs, la valeur militaire d'une tourelle de cette nature est en raison inverse du temps pendant lequel ses embrasures sont exposées, à chaque salve, au feu de l'ennemi. Il n'était pas moins intéressant de produire ce mouvement d'oscillation sans employer d'autre moteur que la force musculaire de quelques servants.

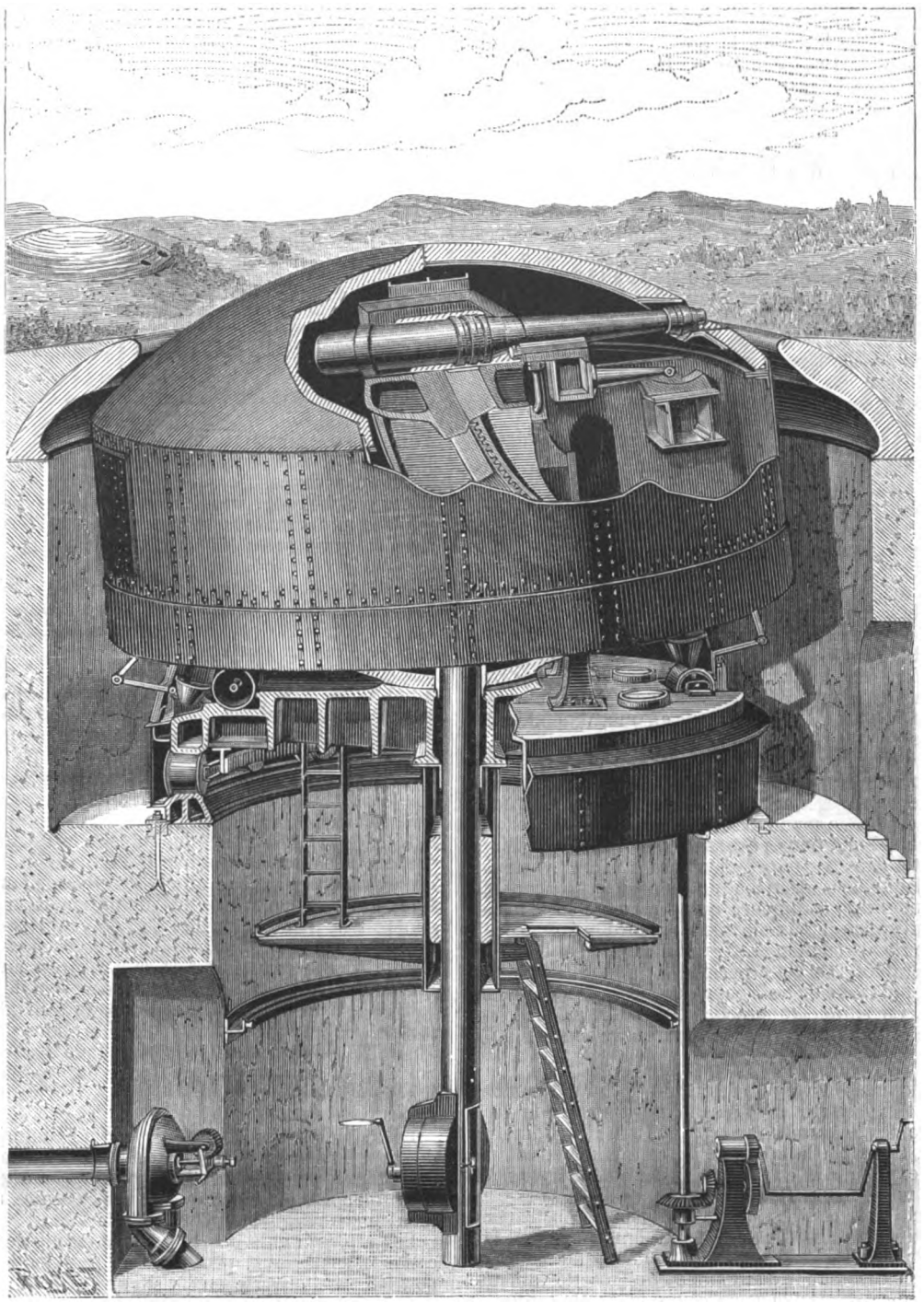


Fig. 2. — Tourelle oscillante de la Compagnie des Forges de Saint-Chamond. Position de tir.

Aussi la question fit-elle un grand pas dans la voie de la réalisation pratique, lorsque le commandant Mougin eut imaginé de substituer à l'axe réel d'oscillation, un ensemble de deux éléments de cylindre roulant l'un dans l'autre : l'un, convexe, fixé sous le plancher de la partie oscillante ; l'autre, concave et de plus grand rayon, venu de fonte sur la plaque tournante qui sert de support à cette partie oscillante.

Non seulement le frottement de glissement était complètement supprimé et remplacé par un frottement de roulement infiniment plus faible, mais l'oscillation allait se produire spontanément, sous la seule action de la pesanteur, et sans intervention des servants ni d'un moteur quelconque, par suite, en un temps fort court, toujours le même, et qu'on était maître de déterminer d'avance, en donnant aux deux cylindres de roulement des courbures convenables.

Pour comprendre ce qui précède, il faut se rendre compte que la tourelle oscillante, abandonnée à elle-même, prendrait une position d'équilibre stable, intermédiaire entre les positions de tir et d'éclipse, et dans laquelle le plancher serait horizontal. Si on l'écarte de cette position, elle tend à y revenir, comme le cheval de bois des enfants ou le fauteuil à bascule américain. Pour l'immobiliser temporairement dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes, il faut l'appuyer sur un étai ou *béquille* qu'on retire vivement lorsqu'on veut la faire passer à l'autre position extrême. Elle *tombe* alors à la position moyenne, qui est celle de l'équilibre stable, et elle remonte ensuite jusqu'à la position symétrique, qu'elle atteint avec une vitesse nulle ; absolument comme un pendule qu'on a écarté de la position verticale, y revient si on l'abandonne à lui-même et remonte à la même hauteur de l'autre côté. De même que la durée de l'oscillation du pendule se détermine en fonction de sa longueur, de même la durée d'oscillation de la tourelle se calcule en fonction de son moment d'inertie et des courbures des deux cylindres de roulement. On avait réglé ces courbures en vue d'obtenir l'oscillation simple en deux secondes, mais, en fait, la répartition des poids ayant été sensiblement modifiée en cours de travail, cette oscillation se produit en une seconde et demie environ.

De même, aussi, que le pendule ne devient une horloge que quand il est complété par un poids ou un ressort, de même la tourelle oscillante n'atteindra franchement et surtout ne dépassera légèrement la position symétrique de celle d'où on l'abandonne à elle-même (ce qui est nécessaire pour l'enclenchement de la béquille correspondante), qu'autant qu'on aura disposé, alternativement à l'avant et à l'arrière, un poids complémentaire, une *prépondérance*, qui se trouve devoir être, dans la pratique, d'environ 1 000 kilogr.

Si l'on remarque que cette prépondérance doit pouvoir passer de l'avant à l'arrière en moins d'une seconde, temps maximum nécessaire pour la mise du feu ; si l'on se rend compte, en outre, que chaque béquille en action supporte un dixième du poids de la tourelle, soit 24 tonnes environ, on comprend que la réalisation du desideratum ainsi formulé était hérissée de difficultés pratiques. Elles ont toutes été résolues avec beaucoup d'habileté et un rare bonheur par MM. Darmancier et Dalzon, Ingénieurs du service de l'artillerie et des cuirassements de la Compagnie de Saint-Chamond.

La béquille chargée de 24 000 kilogr. est déplacée sans difficulté par un homme seul, agissant sur une poignée à l'intérieur de la tourelle, d'abord parce que la main de cet homme parcourt un arc assez étendu, tandis que le déclenchement se produit aussitôt que l'extrémité de la béquille s'est déplacée de quelques centimètres, mais surtout parce que les frottements de glissement sont évités et que le déclenchement n'est provoqué que par des mouvements de roulement.

Quant au transport, quasi instantané, de la prépondérance de mille

Digitized by Google

kilogr., de l'arrière à l'avant, voici de quelle manière il a été obtenu (fig. 1) :

Une surcharge fixe, d'environ mille kilogr. est disposée en permanence à l'arrière, sous forme de lingots de plomb logés dans les tôleries. Quand on déclenche la béquille-arrière, la tourelle vient donc s'enclencher franchement sur la béquille-avant. Pendant la durée (de 40 à 60 secondes) du chargement des deux canons, quatre servants, travaillant dans le sous-sol, remontent d'une hauteur convenable (40 centimètres environ) une masse d'environ deux mille kilogr., qu'on voit à l'avant entre les deux canons. Au moment où le plancher de la tourelle vient se placer sous cette masse, c'est-à-dire à l'instant précis où s'enclenche la béquille-avant, un *doigt* fixé au plancher heurte une équerre qui, par l'intermédiaire d'une longue tringle verticale, désembraye le treuil. Le contrepoids mobile repose alors sur le plancher de la tourelle et la prépondérance de 1 000 kilogr., qui était à l'arrière, passe instantanément à l'avant, avec la même valeur numérique (2 000-1 000). Quand, après avoir fait feu, on déclenche la béquille-avant pour revenir à la position d'éclipse, la tourelle est *armée* et la béquille-arrière s'enclenche franchement : le contrepoids mobile descend avec le plancher sur lequel il repose (c'est dans cette position qu'il est représenté sur la fig. 1), et les servants, d'en bas, sans commandement, font effort sur leurs manivelles pour le remonter en vue de la salve suivante.

C'est aussi à M. Dalzon qu'on doit les nombreux appareils de sécurité qui empêchent : de déclencher la béquille arrière lorsque le contrepoids mobile n'est pas complètement remonté; de faire feu, soit avec des étoupilles à friction, soit avec des étoupilles électriques, quand les pièces ne sont pas à la position de tir; de revenir trop tôt à la position d'éclipse dans le cas où l'un des canons ferait long feu, etc.

On lui doit encore les freins puissants qui, le tir une fois réglé, immobilisent, d'une façon absolue, les affûts et la plaque tournante. Ces freins une fois serrés, les canons reviennent, à chaque salve, dans la même position de l'espace avec une rigoureuse précision, et le pointage se maintient exactement, ainsi qu'on l'a constaté en exécutant diverses séries de dix coups sur des cartons disposés en avant de la butte de tir.

Mentionnons enfin les appareils au moyen desquels le personnel de service peut remplacer, en une heure et demie, une bouche à feu mise accidentellement hors de service; les mêmes appareils permettant aussi, au besoin, de renclencher rapidement une des béquilles, dans le cas, d'ailleurs fort improbable, où une surcharge considérable se serait produite fortuitement à l'avant ou à l'arrière.

La cheminée centrale, qui ne participe pas au mouvement d'oscillation et fournit ainsi un point fixe dans l'espace pour le remontage du contrepoids mobile, est utilisée en même temps pour abriter le monte-charge et pour organiser la ventilation.

Nous avons dit que la durée de l'oscillation simple avait été prévue à 2 secondes, mais qu'en fait, le mouvement était sensiblement plus rapide. C'est vraiment un spectacle saisissant de voir cette masse énorme, de 240 tonnes, se mettre franchement en mouvement, s'arrêter immobile à la position de tir, faire feu de ses deux canons et revenir à la position d'éclipse, le tout en moins de cinq secondes. Encore se rend-on bien compte que la durée de cette manœuvre se rapprocherait de quatre secondes avec un personnel militaire spécialement entraîné en vue de cette manœuvre.

Comme la tourelle, ainsi que nous l'avons déjà rappelé, ne change pas de forme apparente dans ses mouvements, la période vraiment dangereuse, pendant laquelle la tranche de bouche des canons est exposée au feu de l'ennemi, ne commence qu'au moment où la fumée (ou plutôt la lueur, puisqu'on n'emploie plus aujourd'hui que de la poudre sans fumée) de la détonation indique à l'assiégeant que les embrasures sont vulnérables. Or cette période critique ne dure pas deux secondes, et il en faut près de trois pour que le projectile ennemi parcoure mille mètres. Ce simple rapprochement suffit à faire comprendre quelle sécurité la tourelle oscillante assure aux bouches à feu qu'elle abrite.

La tourelle oscillante que la Compagnie des forges de Saint-Chamond vient de construire et d'expérimenter sur son champ de tir de Langonand, est la première des 29 tourelles pour canons de 15 centimètres dont le Gouvernement Roumain lui a confié la construction, comme sanction des célèbres expériences de Cotroceni dont nous avons, en leur temps, entretenu nos lecteurs (1).

La mise en commande d'un engin si original et dont la construction soulevait tant et de si difficiles problèmes de mécanique pratique, fait le plus grand honneur à l'esprit d'initiative du haut État-Major de Roumanie : tous nos lecteurs savent d'ailleurs combien cette vaillante petite nation aime la France, sa grande sœur latine, et quelle confiance elle lui témoigne en toute occasion. Paris est le foyer d'où elle attend la lumière et le progrès : c'est à Paris et dans nos grandes écoles publiques que l'élite de sa jeunesse vient compléter son éducation scientifique, militaire et artistique. Comme leurs camarades français de l'Ecole Polytechnique, dont ils viennent suivre les cours en si grand nombre, les officiers roumains des armes spéciales ont la passion de la perfection en tout et ils la recherchent sans relâche dans l'organisation de leur matériel. Nous pouvons ajouter que leur confiance dans l'industrie française n'a pas été trompée : la tourelle oscillante de la Compagnie de Saint-Chamond, dont le premier spécimen va prochainement armer le fort de Kitila, le plus important des forts du camp retranché de Bucharest, est incontestablement la tourelle la plus parfaite de celles qui existent aujourd'hui dans le monde entier.

Avec une largeur de vues et une bonne grâce dont on ne saurait trop lui savoir gré, le ministère roumain a libéralement autorisé la Compagnie de Saint-Chamond à présenter sa nouvelle œuvre aux officiers qui s'intéressent aux questions d'armement de la fortification, et ils sont nombreux dans notre armée. Pour ne citer que les officiers généraux parmi ceux qui ont déjà répondu, en si grand nombre, à l'invitation de M. de Montgolfier, nommons MM. les généraux Mensier, directeur du Génie au Ministère, délégué directement par M. le ministre de la Guerre; baron Berge, commandant supérieur de la défense des Alpes; Boussenard, commandant du 13e corps; Faugeron, gouverneur désigné de Lyon, de Bretteville et de Sermet, commandants du génie et de l'artillerie du 14e corps; Pierron, commandant de la 25e division; Hartung, commandant de l'École d'application de l'artillerie et du génie; Lespieau, commandant de la 27e division, etc.

Citons encore, parmi les officiers des puissances étrangères : MM. le colonel Sommerfeldt, du génie danois; le colonel Hertzberg, de l'artillerie norwégienne; le capitaine de vaisseau Behr, attaché naval à l'ambassade russe à Paris; le colonel Talbot, attaché militaire à l'ambassade anglaise à Paris; les colonels Schumaker et Naville, du génie et de l'artillerie helvétique, et de nombreux officiers des armées russe, roumaine, hellène, danoise, etc.

Tous ces appréciateurs compétents ont vivement félicité M. de Montgolfier du brillant succès obtenu par la Compagnie qu'il dirige avec tant de talent et d'habileté.

G. Foris.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome VIII, n° 21, p. 336.

EXPOSITIONS

EXPOSITION INTERNATIONALE DE CHICAGO

M. Georges Berger a déposé à la Chambre des Députés, en date du 29 mars 1892, un rapport (1) tendant à l'ouverture d'un crédit extraordinaire de 3 250 000 francs en vue de la participation de la France à l'Exposition de Chicago. Nous en reproduisons ci-après les principaux passages :

En date du 25 avril 1890, le Congrès des Etats-Unis de l'Amérique du Nord a approuvé une loi qui décide qu'une exposition internationale, artistique, industrielle, manufacturière et des produits du sol, des mines et de la mer aura lieu à Chicago, dans l'État de l'Illinois, à l'occasion du 400e anniversaire de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

Aux termes des articles 2, 3, 4 de ladite loi, une Commission d'organisation dite « Commission Colombienne » a été constituée aux États-Unis. Cette Commission comprend deux représentants de chaque Etat et territoire des Etats-Unis d'Amérique et du district de Colombie, présentés par les gouverneurs respectifs de ces Etats et territoires, et, en outre, huit membres suppléants indépendants, nommés directement par le Président, ainsi que les deux commissaires du district de Colombie. Ces présentations et nominations ont été faites de façon que chacun des deux principaux partis politiques figurât également au sein de la « Commission Colombienne », qui a été invitée à élire son bureau et à se répartir en autant de comités qu'elle le jugerait nécessaire.

L'article 5 de la même loi autorise la « Commission Colombienne » à accepter, pour les besoins de l'Exposition, tel emplacement qu'elle choisirait ou qui lui serait offert, et tels plans et devis de constructions à ériger aux frais et sur présentation d'une Société organisée conformément aux lois de l'Etat de l'Illinois et reconnue sous le nom de : *The World's Exposition of Eighteen hundred and ninety two*. La Commission devait toutefois se procurer, au préalable, les preuves que ladite Société s'était assurée, par voie de souscription, un capital initial de 5 millions de dollars, avec versement effectué de 500 000 dollars, et qu'une autre somme de 5 millions de dollars, faisant en tout 10 millions de dollars (50 000 000 de francs) serait fournie par la Société, en temps opportun, pour être employée utilement, pendant la poursuite des travaux, pour la préparation complète de l'Exposition.

Le Président des Etats-Unis n'a été autorisé par le département d'Etat à inviter, au nom du Gouvernement et de la nation, les pays étrangers à prendre part à l'Exposition et à y nommer des représentants qu'après constatation que le nécessaire avait été fait conformément aux articles 2, 3, 4 et 5 de la loi.

Les représentants des puissances étrangères ont reçu la communication officielle de la proclamation présidentielle annonçant que l'Exposition sera ouverte aux visiteurs le 1er mai 1893 au plus tard et sera fermée à l'époque que la Commission fixera, sans que toutefois la date de clôture puisse être postérieure au 30 octobre suivant. Chaque représentant diplomatique a été, en outre, invité à transmettre à son gouvernement des exemplaires des règlements adoptés par la « Commission Colombienne » et du règlement d'Etat concernant les douanes.

La loi du 25 avril 1890 spécifie, dans son article 15, que le Gouvernement des Etats-Unis ne sera en aucune manière, et dans quelque circonstance que ce soit, responsable des actes, faits, mesures imputables, soit à la Société *The World's Exposition of Eighteen hundred and ninety two*, organisée conformément aux lois de l'Illinois, soit à ses représentants. Cela implique que le Gouvernement américain ne sera

(1) Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi portant ouverture d'un crédit extraordinaire de 3 250 000 francs sur l'exercice 1892 pour les dépenses de l'Exposition internationale de Chicago, par M. Georges Berger, député. Cette Commission est composée de MM. Léon Say, *président*; Henry Boucher (Vosges), *secrétaire*; Chavoix, Bérard, Trélat, Pierre Legrand (Nord), Desmons, Siegfried, Goirand, Georges Berger (Seine), Georges Leygues (Lot-et-Garonne).

Digitized by Google

pas responsable davantage des actes de la « Commission Colombienne», puisque celle-ci s'est solidarisée administrativement et financièrement avec ladite Société. Votre Commission espère néanmoins que le Gouvernement de la République française, qui a accepté sans hésiter l'invitation formulée et adressée directement par le Gouvernement des Etats-Unis à la France, agira auprès de ce dernier pour qu'il ne refuse jamais son entremise au cas où des différends graves surgiraient entre les exposants français ou le commissariat français et la « Commission Colombienne ». Il est désirable qu'il en soit ainsi, attendu que l'article 7 de la loi dit que les règlements de la « Société Colombienne » touchant à un titre quelconque aux droits, aux privilèges ou aux intérêts des exposants ou du public seront fixés ou établis par ladite Société, mais sujets cependant à telle modification qui pourra être imposée par la majorité des commissaires.

L'intervention officielle du Gouvernement des Etats-Unis sera d'autre part essentielle dans les questions de douanes, et en vue d'une application au mieux d'une interprétation libérale des articles du traité de Paris de 1883, des résolutions de la conférence qui a suivi ce

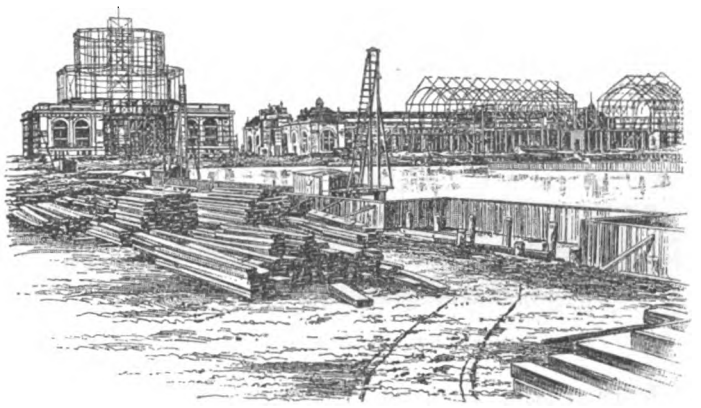


Fig. 1. — Exposition internationale de Chicago. Etat d'avancement des travaux.

traité, des lois promulguées depuis par les Etats-Unis, et des stipulations de la conférence de Madrid de 1890, en ce qui concerne la propriété industrielle et les garanties de sécurité dont les inventeurs peuvent être appelés à bénéficier aux Etats-Unis. Cette intervention est d'autant plus souhaitable dans ces derniers cas que le Gouvernement fédéral des Etats-Unis a bien adhéré à ces traités et conférences, mais que l'entreprise de l'Exposition de Chicago est soumise aux lois spéciales de l'Etat de l'Illinois. Autrement il pourrait devenir regrettable que le Gouvernement des Etats-Unis ait négligé de se réserver sa part d'autorité dans l'entreprise de l'Exposition, en n'accordant pas

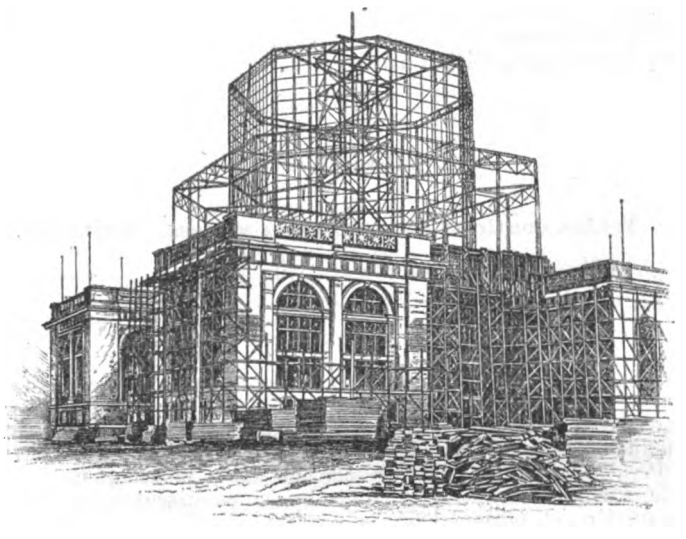


Fig. 2. — Palais de l'Administration.

à celle-ci une subvention d'Etat. La loi du 25 avril 1890 se borne, en effet, à allouer une somme totale de 620 000 dollars destinée à pourvoir, sous la direction du secrétaire du Trésor, aux frais résultant de l'admission des marchandises étrangères à l'Exposition, et aux expositions des grandes administrations et des grandes institutions publiques des Etats-Unis.

Les emplacements couverts et découverts d'exposition sont mis gratuitement à la disposition des exposants et des Commissions étrangères. L'emballage, le transport, la réception, le déballage et l'installation des produits sont aux frais des exposants à l'aller et au retour. Les Commissions étrangères auront à leur charge la décoration générale et la distribution intérieure des locaux affectés à leurs exposants nationaux, d'après des plans et dessins arrêtés d'accord avec la Direction générale de l'Exposition. Une quantité limitée de force motrice (vapeur et eau), sera accordée gratuitement aux exposants de machines. Tout supplément de force motrice demandé par un exposant sera fourni par la « Commission Colombienne », à un prix fixé. Les Commissions étrangères pourront employer pour la surveillance de leurs marchandises des gardiens de leur choix soumis aux règlements de l'Exposition.

Les produits introduits aux Etats-Unis par tous les ports, et destinés à figurer à l'exposition, seront amenés dans l'enceinte de celle-ci sous la surveillance des agents de la douane, sans examen dans les ports d'entrée ; à la clôture de l'exposition, ces produits seront dirigés sur les ports par lesquels ils devront être exportés. Il ne sera point perçu de droits sur ces produits, à moins qu'ils n'entrent dans la consommation aux Etats-Unis.

Un catalogue général officiel sera publié en langues anglaise, française, allemande et espagnole.

La classification actuelle des produits susceptibles d'être exposés comprend 12 divisions ou départements, 176 groupes et 968 classes.

Les 12 départements sont les suivants :

A. Agriculture. Produits forestiers. Matériel agricole ; — B. Viticulture. Horticulture ; — C. Animaux domestiques. Bétail. Insectes. Animaux sauvages ; — D. Poissons. Pêcheries. Produits et matériel de la pêche ; — E. Mines. Travaux des mines et de la métallurgie ; — F. Machines ; — G. Moyens de transport : Chemins de fer ; navigation ; voitures ; — H. Produits manufacturés. Industries diverses ; — J. Electricité et ses applications ; — K. Beaux-Arts, Peinture, Sculpture, Architecture, décoration ; — L. Arts libéraux. Enseignement. Génie civil. Travaux publics. Musique. Théâtre ; — M. Ethnologie. Archéologie. Histoire du travail et des inventions. — Expositions isolées et collectives.

L'enceinte de l'Exposition est située sur les bords du lac Michigan, au nord-ouest de la ville, dans Jackson-Park et Midway-Plaisance, sur une ancienne lagune entrecoupée de canaux.

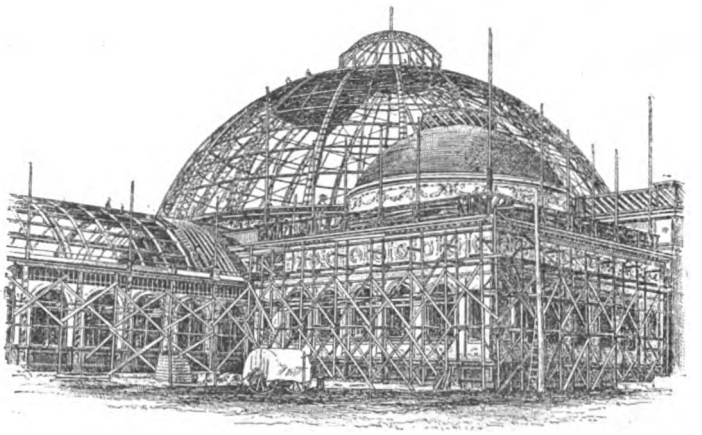


Fig. 3. — Pavillon de l'Horticulture.

Voici la nomenclature des édifices que comprendra l'Exposition de Chicago, avec indication de l'état d'avancement de la construction des principaux bâtiments, à la date du 20 février, c'est-à-dire neuf mois après le commencement des travaux :

Palais de l'Administration. — Le gros œuvre des quatre pavillons

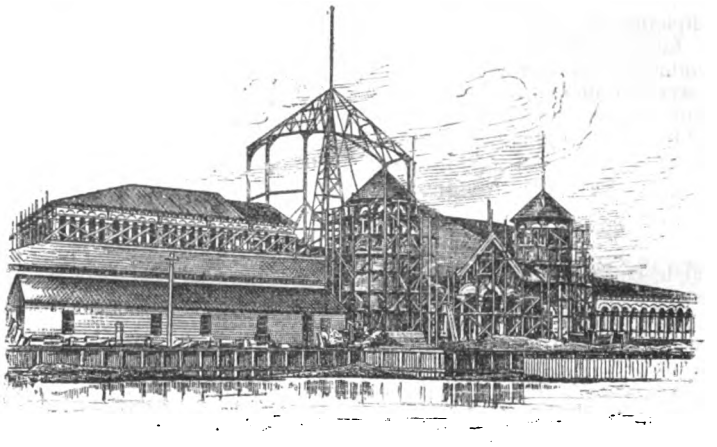


Fig. 4. — Pavillon de la Pêche.

est achevé ; le travail du fer est terminé jusqu'à la base du dôme, à une hauteur de 52 mètres au-dessus du sol.

Pavillon du Gouvernement des Etats-Unis.

Palais des Beaux-Arts. — Les sous-sols et les planchers sont achevés ; les murailements s'élèvent avec rapidité, et plus de 4 millions de briques ont déjà été employés pour le garnissage de l'ossature métallique.

Mémorial Hall. — Reproduction du *Monastère de la Rabida*, destiné à l'exposition des reliques de Christophe Colomb.

Palais des Femmes. — C'est le bâtiment le plus avancé de tous ; la toiture est posée et l'on travaille aux aménagements intérieurs.

Digitized by Google

Palais des Produits manufacturés et des Arts Libéraux. – La grande nef aura 550 mètres de longueur sur 125 mètres de largeur et 50 mètres de hauteur. Les murs extérieurs sont en voie d'élévation. On est à la veille de commencer le montage des immenses fermes d'acier qui doivent soutenir le toit et qui, entre elles toutes, absorberont plus de métal qu'il n'en est entré dans la construction du pont de Brooklyn.

Palais des Mines. — Le gros œuvre est terminé. On vitre le toit.

Palais des Machines. — La force y sera fournie par des machines à vapeur, à pétrole et électriques, d'une puissance de 10 000 chevaux. Six mille colonnes de soutènement sont en place. On prépare les fermes de la toiture.

Palais de l'Exposition des moyens de transport.

Pavillon de l'Electricité. — Toutes les grandes fermes du toit sont montées.

Exposition navale.

Bâtiment de l'Agriculture, qui aura 260 mètres sur 170 mètres.

Pavillon de l'Industrie laitière.

Pavillon des Forêts. — Il est achevé aux deux tiers.

Pavillon de la pêche. — Ce bâtiment est à hauteur de toit et ses deux annexes sont très avancées.

Pavillon de l'Horticulture. — On achève le montage de la carcasse métallique du dôme.

Palais de l'Illinois.

Baraquements des animaux vivants.

Casino.

Jetée.

A la date du 20 février 1892, 4 000 ouvriers étaient présents sur les chantiers, et le travail se poursuivait nuit et jour.

La remise des constructions à la « Commission Colombienne »

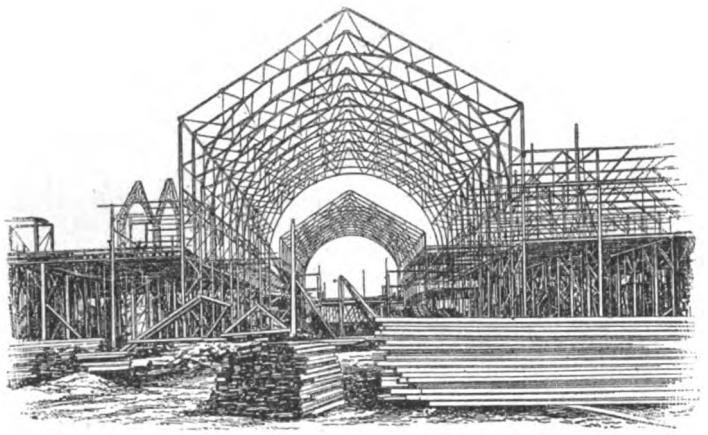


FIG. 4. — Pavillon de l'Électricité.

aura lieu solennellement le 12 octobre prochain, jour du 400e anniversaire de la découverte de l'Amérique, en présence du président des Etats-Unis, des ministres, de la Chambre, du Sénat et du Corps diplomatique.

Cette exposition aura, avant tout, un caractère essentiellement industriel et commercial, comme il convient aux Etats-Unis, le pays des affaires par excellence. Les exposants étrangers auront à y faire valoir les produits naturels et manufacturés qui alimentent leurs affaires d'exportation et sont susceptibles de contribuer au développement de ces dernières, plutôt qu'ils ne viendront y briguer les récompenses platoniques qui pourront consister en médailles et en diplômes.

Les exposants français prendront pour guide leur intérêt, afin de se décider, s'il y a lieu, à venir défendre leur place sur un marché où le chiffre moyen de nos importations contrôlées ou occultes dépasse certainement 360 millions de francs par année, en produits manufacturés, dans un pays qui nous fournit annuellement des céréales et des matières premières pour une valeur de 300 millions de francs.

A ceux qui objecteraient les droits prohibitifs et les tracasseries du bill Mac Kinley, on peut citer la réponse faite par un comité d'initiative privée composé de notables industriels et commercants, qui s'est formé en vue de la participation française à l'exposition de Chicago, à savoir que le système économique et, par conséquent, douanier des Etats-Unis est sonmis aux fluctuations de la politique ; qu'on doit considérer la protection actuelle à outrance comme momentanée.

L'agriculture française occupera à Chicago une place relativement aussi importante que l'industrie. En effet, les Etats-Unis nous demandent de plus en plus des chevaux de nos belles et fortes races, ainsi que des reproducteurs de nos espèces bovines et ovines. Des types de ces animaux devront donc figurer dans l'exposition spéciale des animaux vivants. Nous saisirons, d'autre part, l'occasion qui nous est offerte de prouver que nos vignobles reconstitués sont en état de fournir à la consommation américaine les mêmes vins fins et ordinaires qu'autrefois, en même temps que des eaux-de-vie incomparables.

La section française des Beaux-Arts ne sera pas une révélation pour les Américains ; elle confirmera seulement que nos peintres et nos sculpteurs sont plus que jamais dignes de la faveur que les amateurs éclairés des Etats-Unis n'ont jamais cessé d'accorder à leurs œuvres.

En ce qui concerne l'usurpation possible de nos marques de fabrique et de nos brevets, dont la crainte a semblé tout d'abord faire hésiter un certain nombre d'exposants français, ces derniers pourront, en s'unissant pour réclamer les conseils ou l'entremise soit du ministre de France à Washington, soit de notre consul général à Chicago, jouir des mêmes droits que les citoyens des Etats-Unis pour

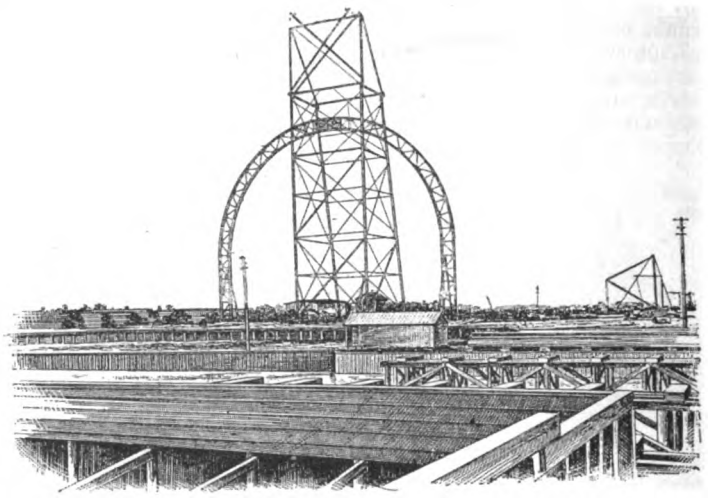


FIG. 5. — Montage de la première ferme du Palais des Machines.

les dépôts de leurs marques de fabrique. Le traité de 1869, conclu entre la France et les Etats-Unis, a établi ces droits, confirmés et corroborés plus tard par la Convention de 1883 (Traité de Paris). Des précautions auront besoin d'être prises, toutefois, afin que les lois spéciales des Etats n'entravent pas l'effet des lois promulguées en la matière par le gouvernement fédéral des Etats-Unis.

D'ailleurs, comme l'indique fort justement une note du consul de France à Chicago, la participation française devra être organisée commercialement, de façon qu'elle serve à étendre nos ventes et par suite à donner du travail à nos fabriques, au lieu de révéler les procédés industriels qui nous servent à vaincre des concurrences susceptibles de ralentir notre activité manufacturière si nos moyens leur étaient dévoilés.

M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a nommé, dès le 3 mars 1891, une Commission provisoire chargée des travaux préparatoires en vue de la participation officielle de la France. C'est à la suite des travaux de cette commission que le Gouvernement a résolu de demander le crédit de 3 250 000 francs, qui fait l'objet du projet de loi soumis à la Chambre.

CORRESPONDANCE

Trains continus et trottoirs à vitesses multiples.

A MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF DU *Génie Civil*.

MONSIEUR,

Votre collaborateur, M. Ernest Pontzen, dans son article paru le 9 avril sur les trottoirs mobiles de Chicago, a bien voulu rappeler à vos lecteurs que l'idée d'une plate-forme mobile posant sur une chaine continue de wagons mûs par l'électricité et accessible pendant sa marche sur tous les points de son parcours, avait été proposée par moi dès 1886, pour le transport des visiteurs de l'Exposition de 1889.

Permettez-moi, tout en le remerciant de la justice qu'il m'a rendue, d'insister sur quelques points qui me paraissent devoir être mis en lumière, et, puisque l'idée fait son chemin, d'en retracer la genèse en quelques lignes.

Sans remonter trop loin, il y a nombre d'années que le *Scientific American* avait donné une première ébauche de cette conception. Le projet qu'il présentait était confus et difficilement exécutable. Il consistait à établir sur un viaduc en fer un immense tablier roulant sur des galets et formant un circuit fermé. On obtenait ainsi une colossale machine d'un fonctionnement très aléatoire, et dont les organes eussent été très délicats à établir. La question en resta là jusqu'en 1886. C'est à cette époque que, frappé par le grand développement et la dissémination des surfaces destinées à l'Exposition universelle de 1889, j'étudiai un projet de plate-forme mobile placée sur une chaîne continue de 320 wagons dissimulés dans une petite tranchée, pour desservir le parc et les palais du Champ de Mars. La conception devenait dès lors pratique. Au lieu de chercher la solution du problème dans un appareil nouveau dont le succès était tout hypothétique, je ne me servais que d'éléments connus et éprouvés.

Rien n'était plus simple que de lier entre elles un certain nombre de voitures et de les faire mouvoir à l'aide d'une série de moteurs électriques commandés simultanément. On avait mis quarante ans

Digitized by Google

Digitized by Google

AMÉLIORATION DES PASSES A L'ENTRÉE DU P

APPAREILS DE DRAGAGE

Fig.1. Elévation de la drague.

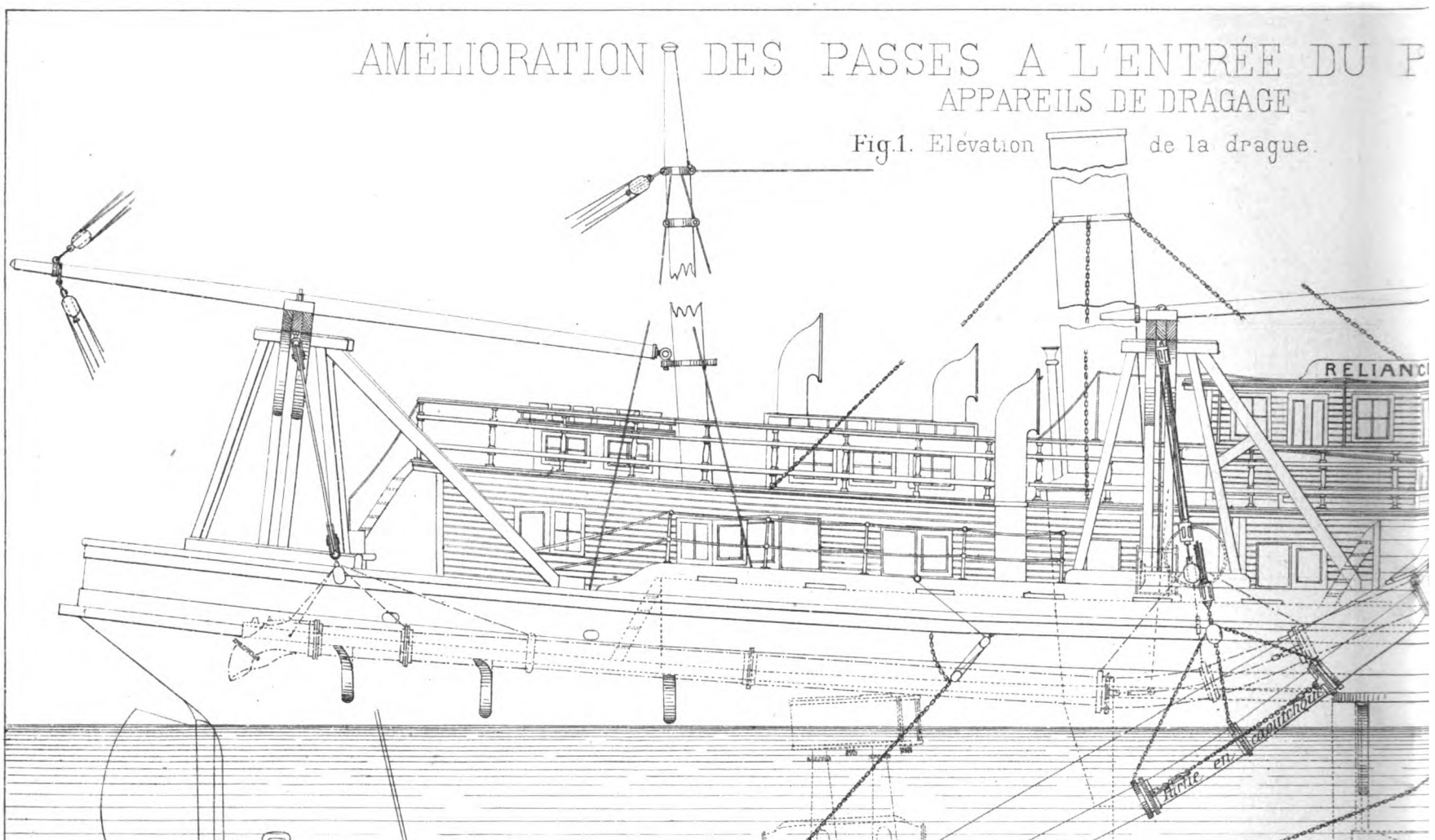
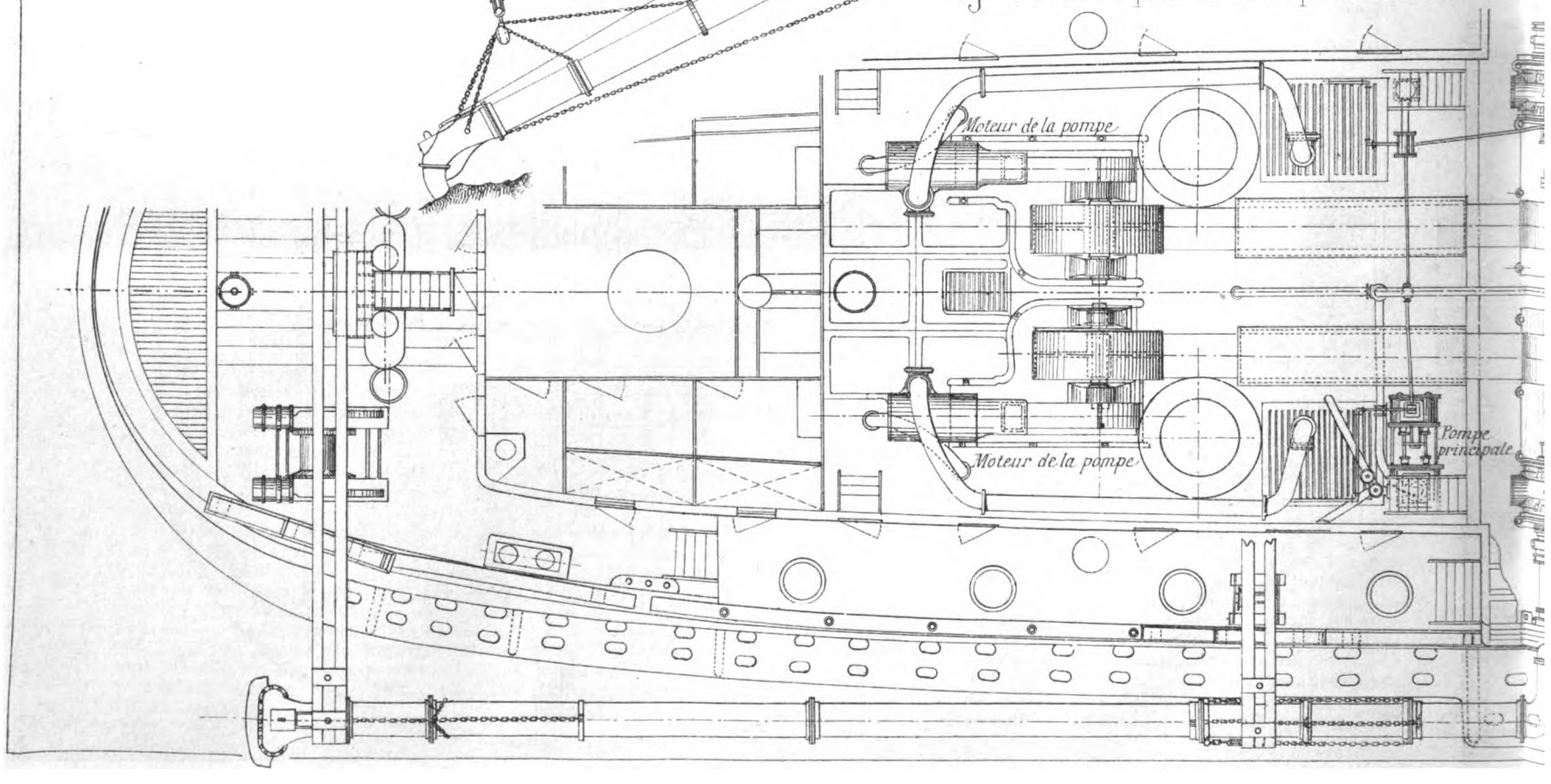


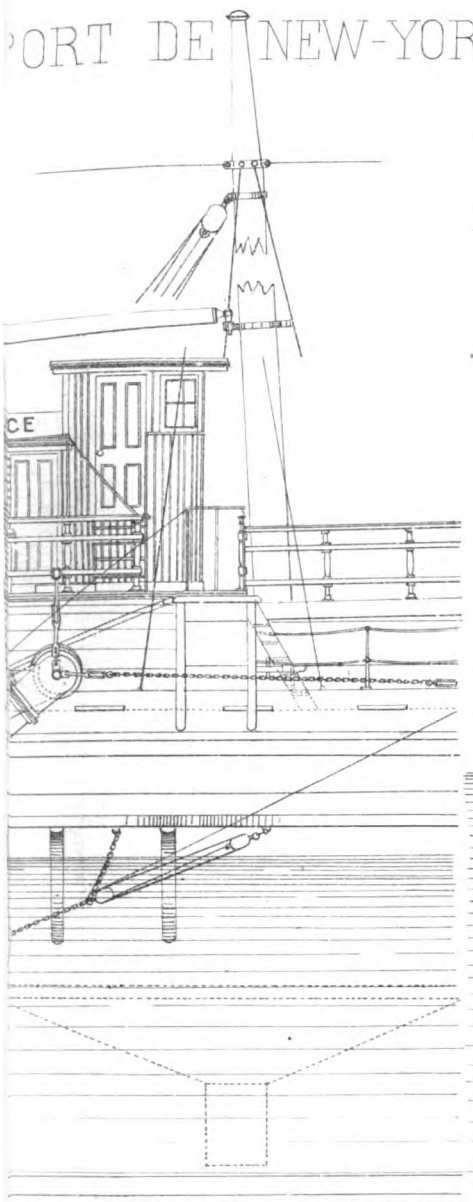
Fig.2. Plan du pont et de la partie arrière de

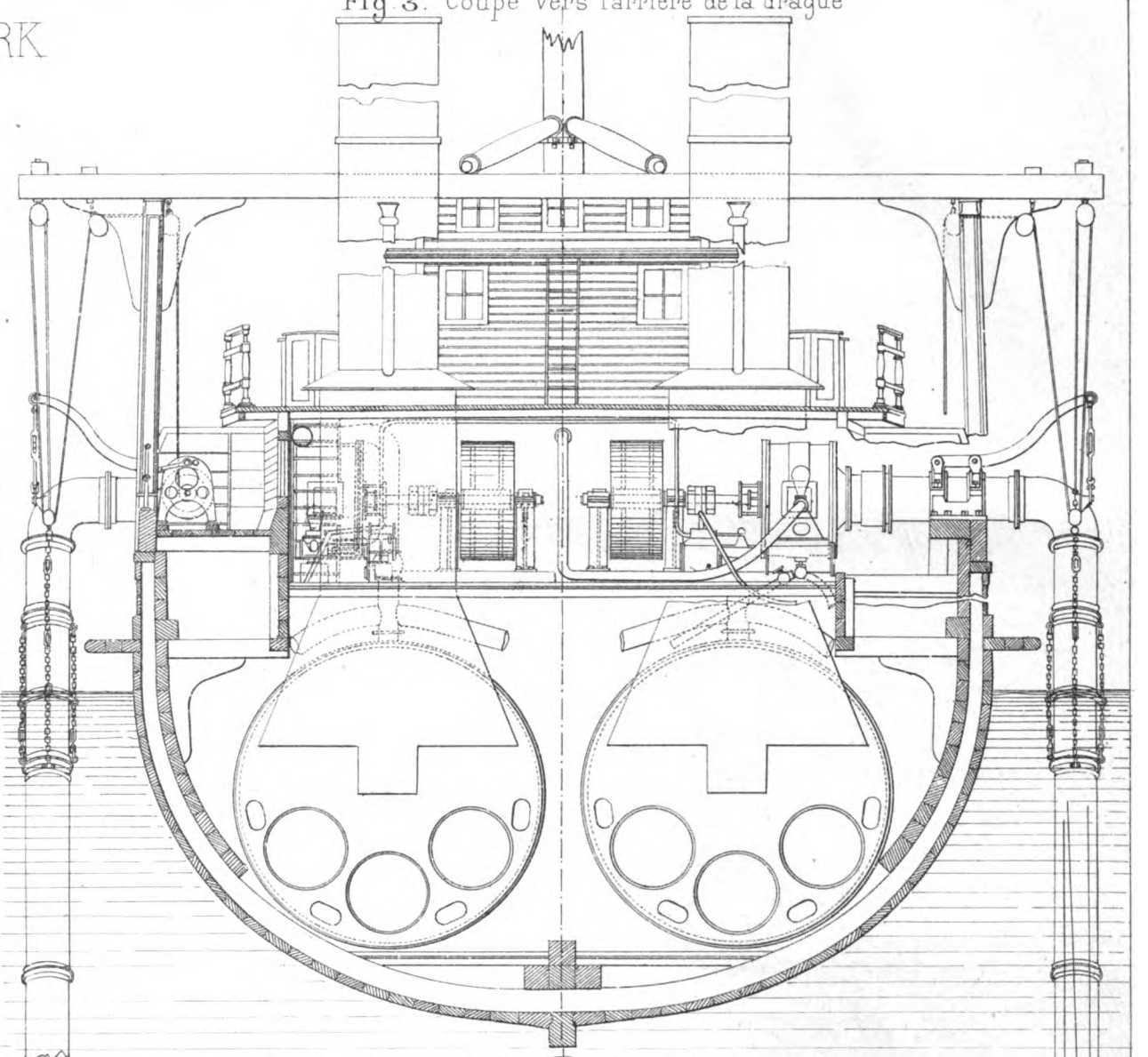


Digitized by Google

Fig 3. Coupe vers l'arrière de la drague

PORT DE NEW-YORK





la drague

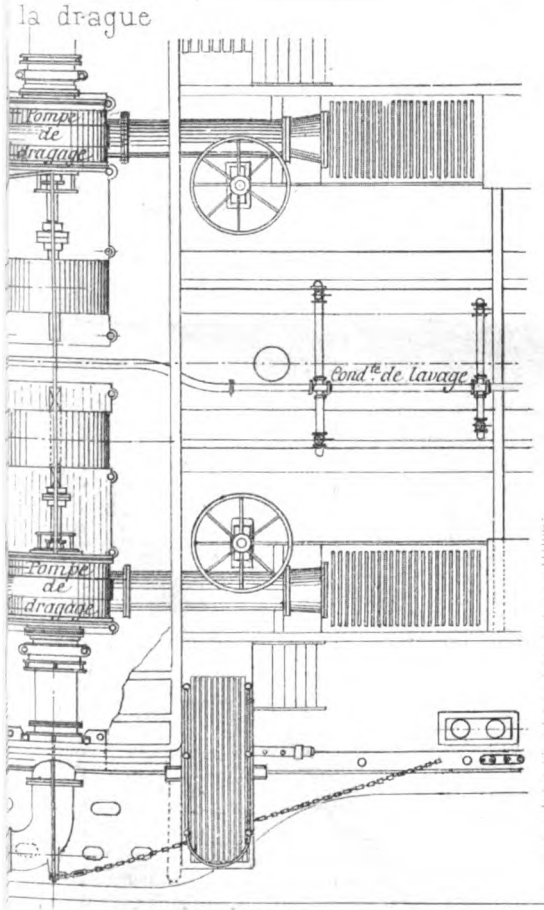
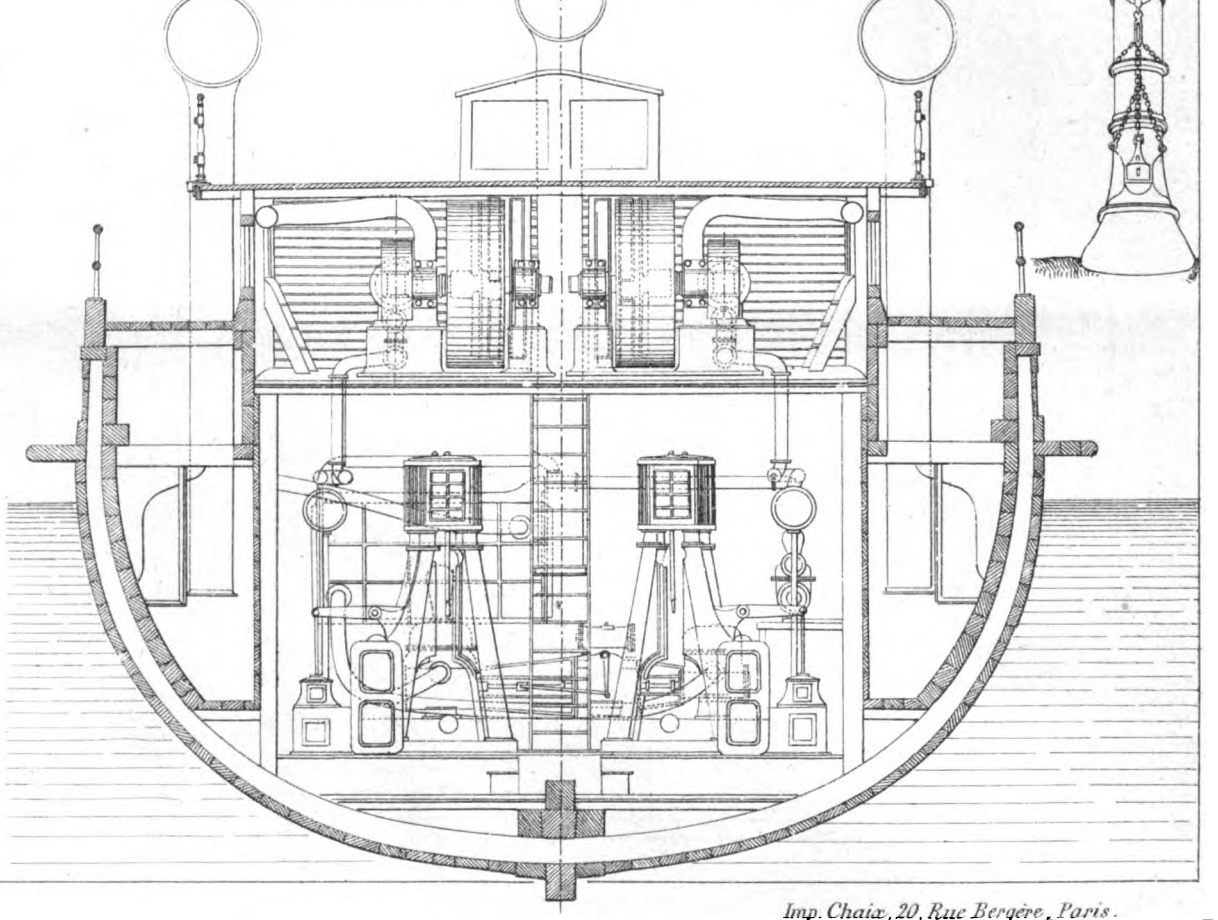


Fig 4. Coupe par la chambre des machines



Imp. Chaix, 20, Rue Bergère, Paris.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF

Digitized by Google

depuis la création des chemins de fer pour amener le roulement et l'attelage des wagons à un degré de perfection et de douceur tel qu'il suffisait de les utiliser ainsi pour obtenir une réussite certaine. C'est pourquoi le nom de *Train continu* me paraît plus logique que celui de *Trottoir mobile*. Il répond d'ailleurs aux tendances généralisatrices de l'esprit moderne: on a commencé par faire les transports dans un véhicule unique, puis dans une série de voitures formant train ; on essaye maintenant la chaîne sans fin de wagons.

Sous cette forme, le système parut séduisant à un certain nombre d'hommes d'initiative à qui je le présentai. Vous le savez mieux que personne, puisque vous m'avez ouvert à ce moment les colonnes du *Génie Civil* avec liberté pleine et entière d'y exposer mes idées. Vos lecteurs n'ont qu'à se reporter aux numéros des 18 et 25 juin 1887 ; ils y trouveront l'étude complète du train continu, avec figures à l'appui (1).

Encouragé par l'approbation que je reçus alors d'éminents Ingénieurs, MM. Marcel Deprez, Jousselin, et d'autres encore, j'essayai, mettant toute idée de spéculation financière de côté, de faire adopter ce nouveau mode de transport par les chefs de l'Exposition de 1889. C'était un moyen de faciliter l'étude des produits exposés tout en ménageant les forces et le temps des visiteurs.

Je ne vous raconterai pas ici cette odyssée, toujours la même, d'un inventeur frappant aux portes des bureaux d'un ministère et se heurtant tantôt à une inertie malveillante, tantôt à un dédain plus ou moins déguisé.

Toutefois, après une audience de M. E. Lockroy, ministre et commissaire général, je reçus la promesse qu'on étudierait la question. Mais les ministères passent et M. Lockroy fut remplacé par M. Dautresme. Celui-ci écarta mon projet avec tous les honneurs dus à une idée neuve; je crois même qu'il me fit entendre que : « Tous les jours il recevait des propositions quelconques et que son administration n'avait pas le temps de s'en occuper ». Il me conseilla seulement de présenter ce projet au concours qui allait s'ouvrir, en août 1887, pour la construction d'un réseau de chemins de fer destinés au transport des visiteurs de l'exposition ; ce que je fis.

Ce concours ne fut qu'une simple adjudication qui aboutit à la concession Decauville; il n'y eut aucune exposition publique des projets, et je ne pus même obtenir communication du rapport de la Commission chargée de juger les concurrents.

Ce fut à cette époque que je reçus d'un Anglais, de Newcastle, M. Joseph J. Butcher, plusieurs lettres dans lesquelles il m'annonçait que, de son côté, il travaillait le même problème, sous le nom de Hydraulic-Wheelway. Les dessins qu'il m'envoyait montraient, en effet, un système de plate-forme roulant sur poulies et mû par des moteurs hydrauliques, le tout assez compliqué ; en outre M. Butcher, dans un second type de disposition, proposait une série de quatre plates-formes mobiles mues parallèlement et simultanément à des vitesses de 4 milles, 8 milles, 12 milles et 16 milles à l'heure. L'inventeur, comme je l'avais déjà proposé de mon côté, voyait ce chemin mobile applicable à la circulation des villes.

Malgré la proposition qu'il m'en fit, je ne cherchai pas à fondre les deux systèmes en un seul ; l'administration de l'Exposition de 1889 refusant d'étudier le fonctionnement d'une seule plate-forme, il devenait parfaitement inutile de lui en proposer deux, à plus forte raison quatre.

Il résulte de ce qui précède que l'invention de MM. J.-L. Silsbee et Max E. Schmidt, de Chicago, est une heureuse combinaison des deux systèmes précédents.

Comme dans mon projet, ils emploient un train continu de wagons d'un fonctionnement facile, mû par une série de moteurs électriques; Comme dans celui de M. Butcher, ils superposent deux plates-formes à vitesses différentielles. Ce qui leur appartient bien, en fait de nouveauté, c'est d'avoir placé la seconde plate-forme sur les jantes des roues de la première, au moyen de rails flexibles, et d'obtenir ainsi une double vitesse avec les mêmes appareils moteurs. La solution est élégante et mérite toute approbation. Par contre, ils suppriment les postes de surveillance et les arrêts périodiques. Je ne crois pas cependant ces précautions inutiles en vue des bousculades possibles d'une foule et des chutes d'enfants ou de personnes âgées. Je ne vois pas non plus qu'ils aient étudié les moyens de remédier aux différences de charge pouvant se produire momentanément dans certains parcours et au supplément de force motrice que l'inégalité du chargement peut exiger.

En résumé, si l'idée de la plate-forme, ou chemin qui marche, est fort ancienne déjà, sa réalisation pratique à l'aide d'un train continu de wagons est une idée bien française et que je tiens à revendiquer.

L'idée des plates-formes à vitesses multiples revient à M. Butcher. Ce sera le mérite de MM. Silsbee et Schmidt d'avoir combiné ces deux conceptions en les réunissant par un habile artifice.

Veuillez agréer, etc.

Eugène HENARD.

TRAVAUX PUBLICS

AMÉLIORATION DES PASSES A L'ENTRÉE DU PORT DE NEW-YORK

(Planche XXVI.)

On connaît l'importance du port de New-York, grâce auquel la grande cité deviendra bientôt le plus grand centre commercial du monde. Il n'est donc pas étonnant que les armateurs de cette ville aient songé à améliorer les passes à l'entrée du port, de façon qu'il puisse recevoir librement les navires du plus grand tonnage.

Avant de procéder aux travaux nécessités par l'amélioration dont il s'agit, on a dû étudier le meilleur mode d'enlèvement des boues qui obstruent l'entrée du port dans les différentes passes. Finalement, en tenant compte de la nature des dépôts et de la direction des courants, on a résolu de recourir au dragage par pompes. Nous allons passer en revue les machines et appareils dont on a fait usage dans ce but. La description des machines, ainsi que les autres renseignements que l'on trouvera dans cette note, ont été empruntés à une remarquable étude de M. Joseph Edwards, parue dans les *Transactions of the American Society of civil Engineers*, du mois de décembre

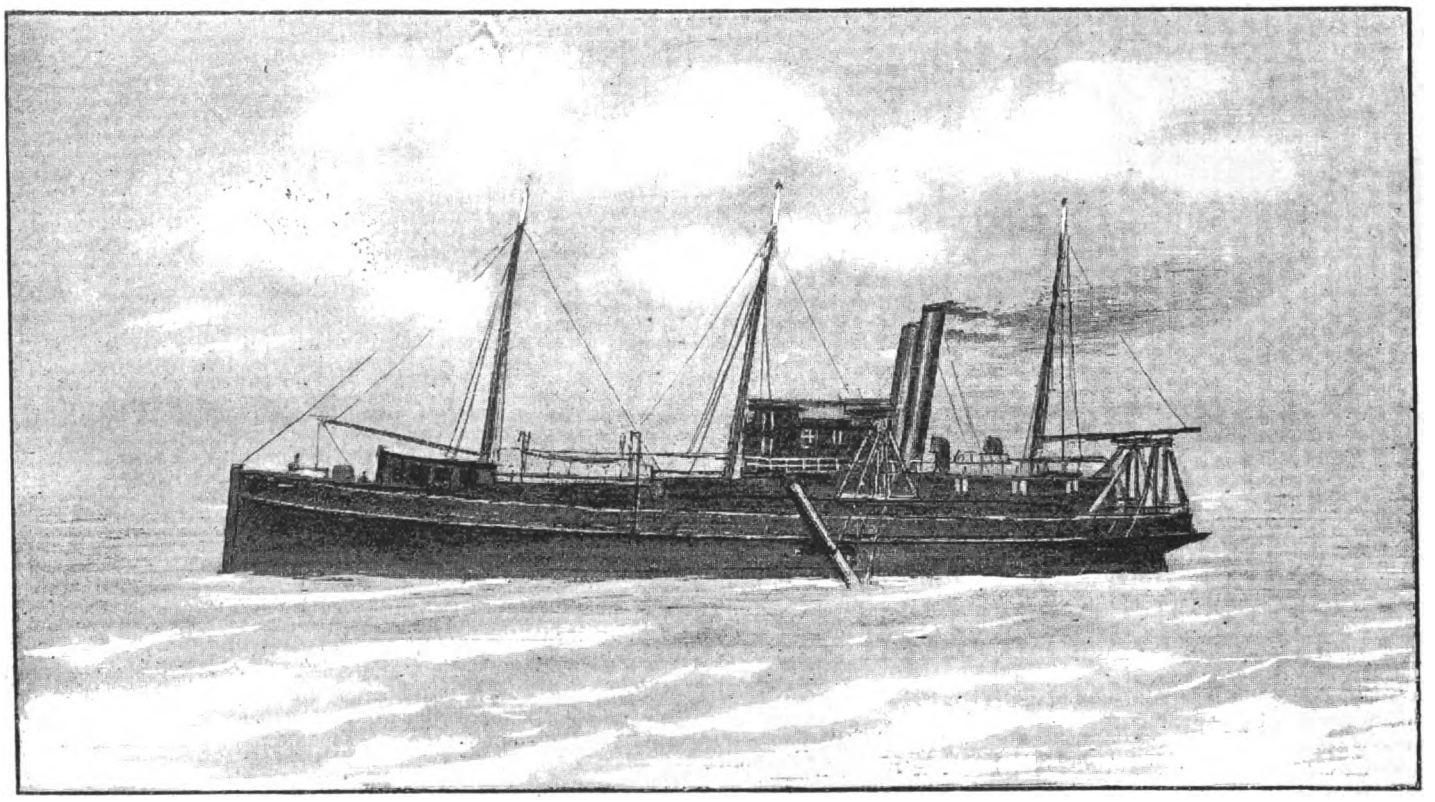


FIG. 1. — Dragues employées aux travaux d'amélioration des passes à l'entrée du port de New-York.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XI, n° 7, p. 106, et n° 8, p. 124.

Digitized by Google

1891. Les travaux ont porté principalement sur la passe connue sous le nom de « Gedney's Channel » et sur le chenal principal de navires (Main Ship Channel).

Système de dragage employé. — Le système de dragage est connu sous le nom de dragage hydraulique ; on sait que, dans ce système, on fait usage de pompes centrifuges pour les dérochements et pour l'enlèvement des déblais (fig. 2 à 6). Mais, outre ces pompes, les entrepreneurs ont dû avoir à leur disposition trois bateaux-

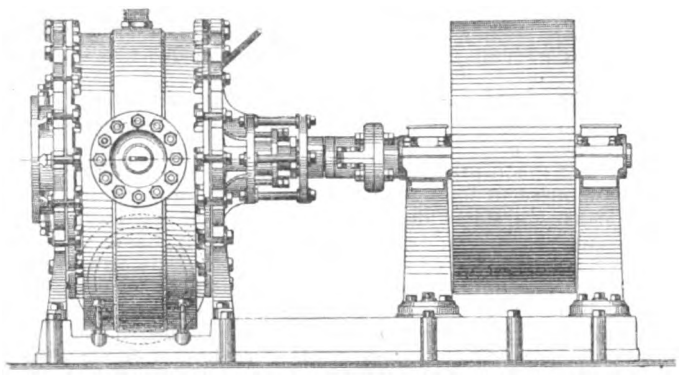


Fig. 2. — Élévation de la pompe à cataracte d'Ewards.

dragues tenant la mer, quatre grands chalands, quatre remorqueurs à vapeur pour les chalands, etc. Les bateaux-dragues à vapeur *Reliance*, *Advance* et *Mount Waldo* ressemblent essentiellement à tous les vapeurs pouvant naviguer sur mer, sauf en ce qui concerne les installations pour le dragage.

Voici les dimensions principales et la capacité de travail journalier de ces trois dragues :

Nom du bateau-drague	Longueur	Bau	Profondeur de la cale	Capacité d'enlèvement de déblais par charge
—	—	—	—	Mètres cubes
Reliance	47m 80	11m 180	2m 480	495
Advance	40m 200	10m 370	1m 240	380
Mount Waldo. .	44m 200	9m 450	3m 350	210

Le premier de ces bateaux-dragues est à double propulseur et à machine compound ; les deux autres sont à simple propulseur et à machine monocylindrique.

La *Reliance* (fig. 1 à 4, pl. XXVI) était employée au « Gedney's Channel », dont les bancs étaient constitués de sable gris ; elle était déchargée en pleine mer, à une distance moyenne de 9 700 mètres, en sept fois. En outre, elle a servi pour le dragage du « Main Ship Channel », où les déblais à enlever consistaient en vase, argile et sable fin ; dans ce dernier cas, elle était déchargée à la distance de 19 300 mètres, en trois fois par jour. L'*Advance* a été employée aux mêmes passes et elle a été également déchargée en sept fois respectivement en trois fois par jour. Le *Mount Waldo* a servi pour le dragage du « Main Ship Channel », où il a enlevé les débla en ishuit chargements de barques par jour.

Pompes. — Chaque drague à vapeur était munie de deux installations de pompes indépendantes l'une de l'autre, de sorte que chacune pouvait être mise en action séparément. Une installation complète comprenait une pompe centrifuge, un moteur, une conduite d'aspiration et une conduite de refoulement. Les conduites d'aspiration, correspondant aux dimensions des pompes, placées de chaque côté du bateau, par le travers, allaient des pompes vers l'extérieur du bateau ; de là, faisant un coude à angle droit, elles étaient placées (lorsqu'on n'en faisait aucun usage) le long des côtés de la drague et elles étaient soulevées ou abaissées à la hauteur voulue au moyen d'appareils de levage appropriés. Ces conduites d'aspiration ayant 375 à 450 millimètres de diamètre et une longueur de 18m 300 environ, se terminaient du côté opposé à la pompe du navire (fig. 1, pl. XXVI) par des ajutages (fig. 7 et 8) qui se posaient sur le fond de la passe et facilitaient l'entrée des déblais dans la conduite.

Pour la rendre flexible, la conduite d'aspiration était, sur une section de 3m 660, située près du maître couple, faite en caoutchouc, ce qui lui permettait de suivre les mouvements de tangage et du roulis du navire. La partie en caoutchouc était supportée par une suspension spéciale constituée de chaînes, poulies et de mouffles, pour lui permettre de résister aux efforts verticaux dus à son propre poids ainsi qu'au poids des matières qui passaient par la conduite ; d'autre part, des tendeurs, également constitués de chaînes, la raidissaient contre les efforts longitudinaux dus aux ajutages dont il vient d'être question. Les bateaux à vapeur, ainsi que les chalands, étaient pourvus de dispositifs spéciaux permettant l'écoulement facile des vases, d'argiles, de sable et d'eau entre les bouches de sortie des pompes et les orifices de trop-plein, ce qui facilitait le dépôt des matières solides dans les différents compartiments des chalands.

Fig. 6. — Ailettes flexibles.

Lorsque le bateau-drague arrivait dans la passe, on baissait la conduite de 30 à 40° pour l'amener à toucher le fond de la passe. Dès que le compartiment à sable du chaland était rempli, la conduite était soulevée. En revenant pour reprendre le travail, les trappes s'ouvraient et les déblais étaient déchargés ; ce déchargement était facilité en refoulant de l'eau dans les compartiments des chalands au moyen des pompes de dragage. Lorsqu'elle venait de nouveau à se placer dans sa position de travail, la vitesse de la drague était modérée, les ajutages baissés et les pompes mises en action, et ainsi de suite, jusqu'au moment où la drague était obligée de retourner à son point d'attache, pour y rester pendant la nuit.

Comme les pompes sont la partie principale de l'installation, on peut dire que le fonctionnement de la drague dépend de leur travail plus ou moins bien conduit. De plus, les pompes sont les organes qui s'usent le plus rapidement au frottement du sable et elles peuvent être détériorées par le passage des objets durs dans les conduites d'aspiration. Pour cette raison, on a muni les pompes d'ailettes flexibles (fig. 5 et 6) qui laissent passer les objets qui pourraient, sans cette précaution, obstruer les cylindres des pompes. Enfin, pour bien se rendre compte de l'importance de l'installation de dragage, il suffit de dire qu'elle ne comprenait pas moins de quarante cylindres à vapeur.

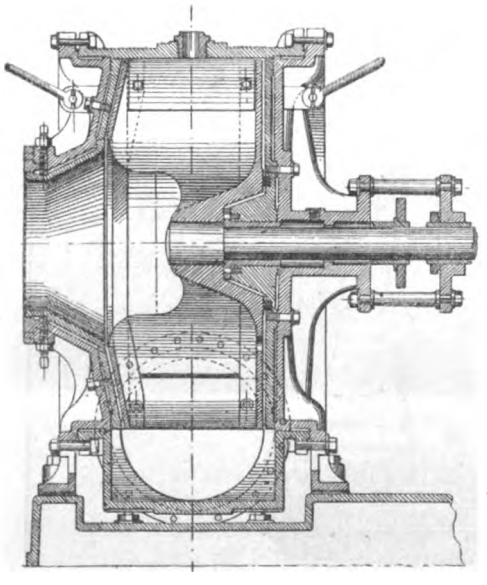


Fig. 3. — Coupe verticale par l'axe de la pompe.

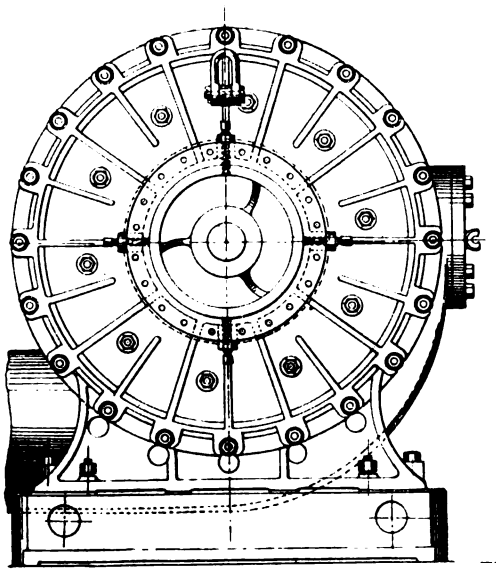


Fig. 4. — Vue par le bout d'aspiration de la pompe.

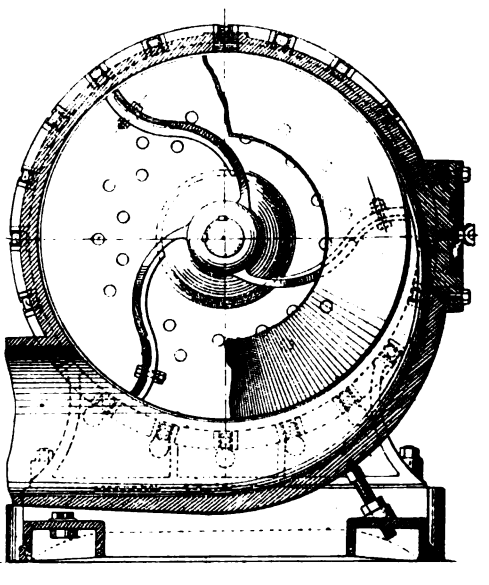


Fig. 5. — Coupe de la pompe montrant les ailettes flexibles.

Résultats obtenus. — Nous allons donner, dans le tableau suivant, les résultats que l'on a pu obtenir en faisant usage du bateau-drague *Reliance*. Les données qui s'y trouvent correspondent à 28 jours 1/2 de travail, pendant les mois de septembre et d'octobre 1891.

Temps moyen de refoulement par charge.	48′ 6/10
Déblais enlevés par charge (en moyenne).	447m3
Temps moyen de travail de pompes par jour	4h 58′ 4/10
Temps moyen pendant lequel le bateau était sous pression par jour.	16h 4′ 2/10
Déblais moyens enlevés par jour.	3008m35
— — par minute	9m317
Temps perdu par les réparations.	2h 24′
— par le mauvais état de la mer.	32h 50′
— total	35h 14′

Digitized by Google

Conclusion. — Le dragage au moyen de pompes doit être employé dans le cas où tout autre mode de dragage serait impraticable. Ce mode laisse un fond plus uniforme et plus lisse que lorsque l'on fait

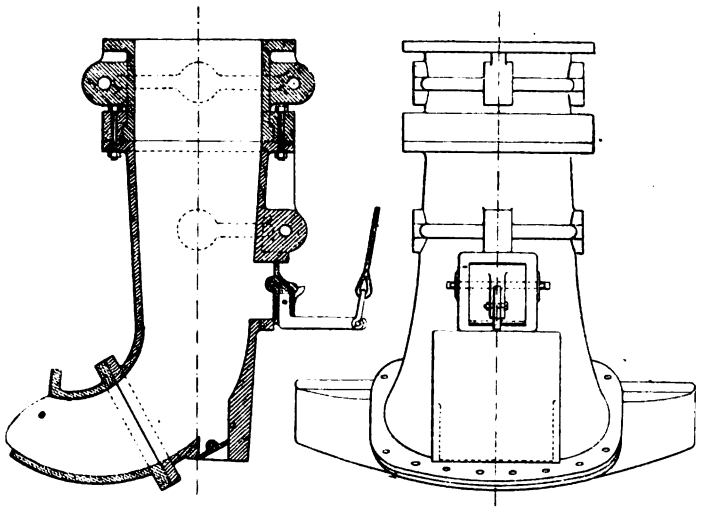


Fig. 7 et 8. — Ajutage de la conduite d'aspiration.

usage d'autres systèmes de dragage; de plus, les dépenses sont moindres que dans les cas où l'on ne se sert pas de pompes. En outre, c'est aussi le meilleur pour tenir ouvertes les passes qui ont une tendance à s'envaser ou s'ensabler.

T. C. H.

HYGIÈNE

LES BAINS D'OUVRIERS

Lors du Congrès d'hygiène et de démographie qui s'est tenu à Paris, en 1889, un vœu très important fut émis. En voici la teneur : « Le Congrès émet le vœu que les Administrations publiques, les municipalités, les chefs des grands établissements industriels, etc., provoquent ou favorisent, dans les centres et ateliers sous leur dépendance, l'installation du système des bains-douches de propreté, qui, par sa quadruple économie de place, de temps, d'eau et de combustible, rend ces pratiques facilement applicables même à de grandes agglomérations. »

Tout en émettant ce vœu, éminemment judicieux, qui a le tort de s'adresser d'abord à l'Administration, alors qu'il s'agit surtout, en pareille matière, de recourir à l'initiative privée, le Congrès regrettait l'indifférence qui règne presque partout à l'égard des pratiques d'hygiène permettant d'obtenir le précieux résultat espéré.

Regretter cette indifférence est bien : la surmonter est mieux. Et c'est pourquoi nous enregistrons avec plaisir l'heureuse tentative faite et couronnée de succès à Ernstein, par MM. Hartmann et Reichard. Le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, du mois de juillet 1891, en donne tous les détails, et nous allons les résumer.

Il serait superflu, tout d'abord, d'insister sur l'intérêt évident qu'ont nos industriels à organiser l'hygiène et la bonne santé dans leur personnel. En dehors de la question de dignité et de respect d'eux-mêmes, ils ne sauraient mieux ni plus pratiquement se défendre contre les journées de maladie, le chômage, le mécontentement et la dégradation lente de leurs collaborateurs de tout ordre. Le vieil adage *mens sana in corpore sano* se vérifie partout sur le chantier, à l'atelier, à l'usine. L'ouvrier propre et bien portant est discipliné et énergique comme le bon soldat.

On a fait, ces temps derniers, de grands efforts logiques et efficaces pour prévenir, dans les usines, les accidents du travail et garantir contre eux le personnel des travailleurs. Or, le premier accident de tous consiste à être mal portant, débile et malpropre. C'est par cet accident, malheureusement trop fréquent, qu'il faut, en bonne économie, commencer l'application de la formule.

MM. Hartmann et Reichard ne sont pas des inventeurs, hâtons-nous de le dire. Il y a déjà, à Paris même et dans quelques-uns de nos grands centres industriels, des installations analogues; mais il n'y en a pas suffisamment, en raison de la nonchalance naturelle et de la crainte de s'engager dans des dépenses excessives. L'important est de prouver que le bienfait social de la propreté peut s'obtenir dans les ateliers et dans les usines facilement et à bon marché. On trouvera sans doute alors des imitateurs de plus en plus nombreux.

Les industriels dont nous parlons, ont pris un coin quelconque de leur usine, coin de forme irrégulière et peu intéressant par son architecture; dans toutes les usines on trouve invariablement de ces coins-là.

Ils l'ont divisé en deux compartiments par une cloison transversale percée d'une porte au milieu (fig. 1 et 2); chaque compartiment contient quatre cabines et une baignoire. Les cabines s'appuient contre la cloison; elles sont formées de parois en tôle ondulée renforcée par de petits fers; un jour de quelques centimètres a été ménagé entre le bord inférieur des parois et le sol, afin de faciliter le nettoyage à grande eau. Le sol est formé d'une chape de ciment sur béton. Quant aux parois de tôle, elles sont recouvertes d'une peinture qui ne s'écaille pas et se laisse bien laver; cette peinture porte le nom allemand de « Porzellanemaillefarbe ». Ajoutons qu'il y a nombre de formules de peintures du même genre et de la même qualité en France, que l'on peut employer dans le même but.

Les baignoires, placées en contre-bas de 25 centimètres au-dessous du sol, sont en fonte émaillée. L'eau froide vient du réservoir de l'usine, l'eau chaude est fournie par les chaudières de l'usine; des robinets nickelés les déversent dans les baignoires.

Dans chaque cabine, éclairée par un petit bec de gaz, on trouve un banc, un porte-manteau et un caillebotis en bois devant la baignoire.

Pour éviter la buée, très désagréable en hiver, une double rangée de tuyaux de vapeur communiquant avec les chaudières règne dans chaque compartiment; un gros tuyau d'évacuation placé à la partie supérieure du local est en relation avec la cheminée de l'usine, dont le puissant tirage enlève tous les produits d'évaporation et l'air vicié. Enfin, lorsque le baigneur éprouve le besoin rationnel de changer de

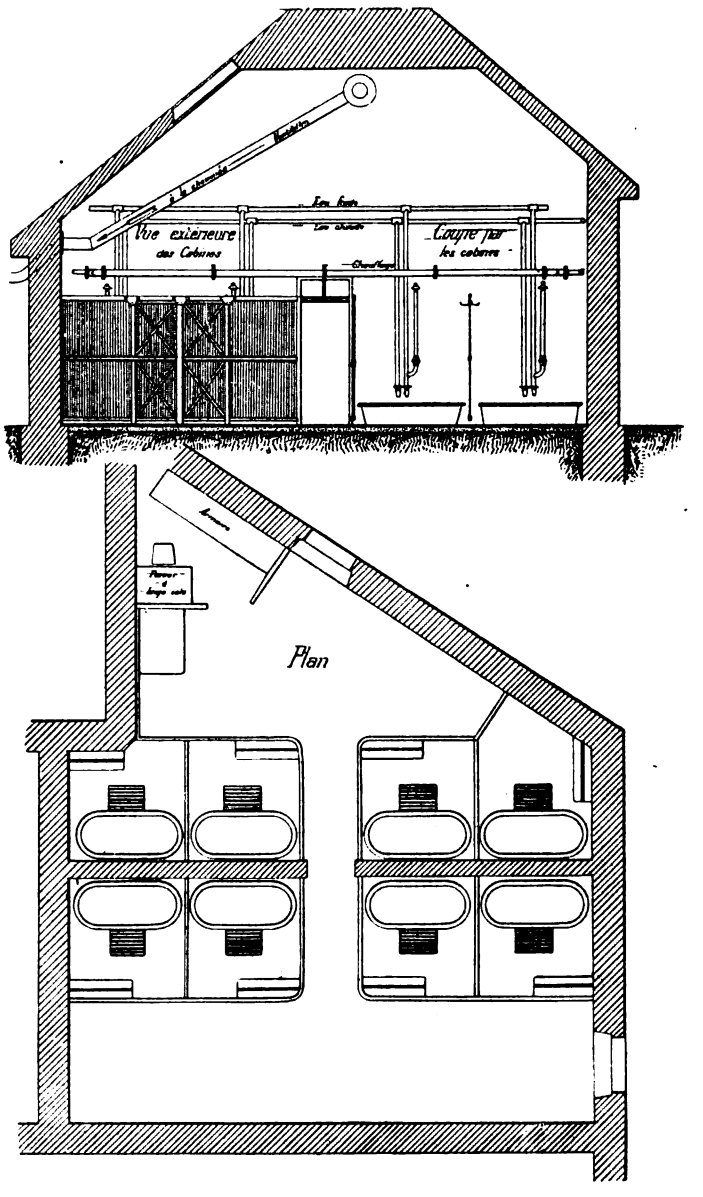


Fig. 1. — Coupe et plan d'un établissement de bains pour ouvriers.

linge, il abandonne son linge sale à la « soigneuse », personne âgée dont la retraite est consacrée à la direction du petit établissement : elle le lui rend lavé, rincé, calandré et séché, à peu de frais.

Les bains se donnent pendant les heures de travail, gratuitement, et sans déduction du salaire pour le temps perdu. La matinée est consacrée aux hommes, l'après-midi aux femmes. Les baigneurs se rendent quatre par quatre à l'établissement, et il leur est accordé 25 minutes pour se baigner, y compris l'aller et retour de l'atelier. Au total, on peut donner pratiquement, avec les huit baignoires, 350 à 360 bains par semaine. Une petite comptabilité simple et élémentaire empêche les ouvriers de multiplier exagérément leurs ablutions : on en trouvera le fonctionnement détaillé dans le Bulletin de la Société de Mulhouse.

MM. Hartmann et Reichard, qui ont bien mérité de l'hygiène, ont offert ainsi à leurs ouvriers, du 21 juillet au 31 décembre 1891, le chiffre considérable de 6.393 bains, soit 47 par jour. Cela leur a coûté, y compris salaires, savon, amortissement de l'installation, etc.; 15 centimes par bain. Combien pour ce prix si minime en somme,

Digitized by Google

ont-ils évité d'indispositions, de maladies, de souffrances à leurs ouvriers? On ne peut que l'entrevoir avec une grande satisfaction. Ajoutons, comme ombre au tableau, que quelques très vieux ouvriers se sont obstinément refusés à profiter de l'avantage qui leur était offert.

Il y a là incontestablement un exemple à suivre pour nos industriels et nos fabricants, auxquels incombe le devoir strict et touchant de veiller tout à la fois à la culture morale et à l'hygiène physique de leur personnel. Rien n'est plus honteux, à notre avis, pour un grand, moyen ou petit chef d'usine, que de montrer à ses visiteurs un personnel malpropre, négligé, d'aspect écœurant. Certes, les besognes industrielles ne se font pas en costume luxueux. Mais lorsque le vêtement de travail est enlevé, à l'heure où l'ouvrier franchit le seuil de l'usine, il est humanitaire, convenable, profitable aux intérêts mêmes du patron, qu'il ait pu trouver à sa portée les éléments de propreté indispensables à sa dignité et à sa santé. Nous avons vu comment on peut organiser à peu de frais, cette victoire sur la malpropreté et sur la maladie.

La chose est d'autant plus aisée à nos industriels qu'ils ont tous, en quantité plus ou moins grande, mais toujours considérable relativement, l'eau chaude produite à un très bas prix moyen, sans laquelle l'ablution est pratiquement irréalisable; ou bien ils puiseront directement dans leurs chaudières à vapeur, comme le font les industriels que nous avons cités, ou bien ils emploieront leurs eaux de condensation des machines, ou bien encore, ils pourraient utiliser, pour le chauffage, les vapeurs d'échappement ou les flammes perdues de quelques chaudières. Ils n'ont, en somme, que l'embarras du choix dans la réalisation de cette œuvre bienfaisante.

Une preuve frappante de l'utilité des ablutions, des bains et des bains-douches, c'est leur application dans les prisons. Ce sont les hôtes de ces dégradantes habitations qui ont été les premiers à bénéficier des progrès de l'hygiène. La raison en est que l'Administration pénitentiaire a un intérêt considérable et immédiat à ne pas laisser l'épidémie se glisser dans les agglomérations qu'elle dirige : les journées d'infirmeries et d'hôpital viendraient aussitôt charger le budget. Aussi fait-on avec soin baigner et laver les détenus ; les bains-douches, dont on les gratifie, ne reviennent guère à plus de deux centimes par bain.

On s'est dès lors demandé pourquoi l'on n'en ferait pas autant dans nos casernes, et le colonel du génie Mengin-Lecreulx, dès 1877, a fait une étude très complète de l'application à la troupe du système des bains-douches. Dans quelques régiments, des essais ont été faits avec intelligence ; malheureusement ils ne paraissent pas avoir été poursuivis, ce qui n'a rien d'étonnant. Livrés à leurs propres ressources, toujours bien restreintes, les chefs de corps ne disposent guère des fonds nécessaires pour ces petites installations d'hygiène, quelque modique qu'en soit relativement le prix. Il faudrait que des fonds spéciaux leur fussent alloués dans ce but, et ce serait assurément de l'argent bien placé.

C'est l'eau chaude qui manque à la caserne : la main-d'œuvre pleine de bonne volonté dont on dispose ne peut la fournir.

On nous cite cependant un colonel de cavalerie, hygiéniste convaincu, qui avait trouvé moyen de tourner la difficulté avec une véritable ingéniosité. Il acheta de vieilles touries d'acide hors de service, les fit remplir d'eau et enfouir dans le tas de fumier du quartier. La fermentation du fumier donne lieu, comme on le sait, à un dégagement de chaleur considérable : notre hygiéniste militaire obtenait ainsi, sans frais, environ 2 000 litres par jour d'eau tiède à la température de 25 à 30 degrés centigrades, suffisants pour les ablutions de la troupe. Il est bien évident que ce procédé occasionnait une manutention considérable, et l'on ne saurait en faire une application générale : cependant, son principe pourrait être retenu et appliqué, dans quelques cas, soit dans les agglomérations de cavalerie, soit dans certaines exploitations agricoles où l'on manque des moyens pratiques de chauffer de fortes quantités d'eau.

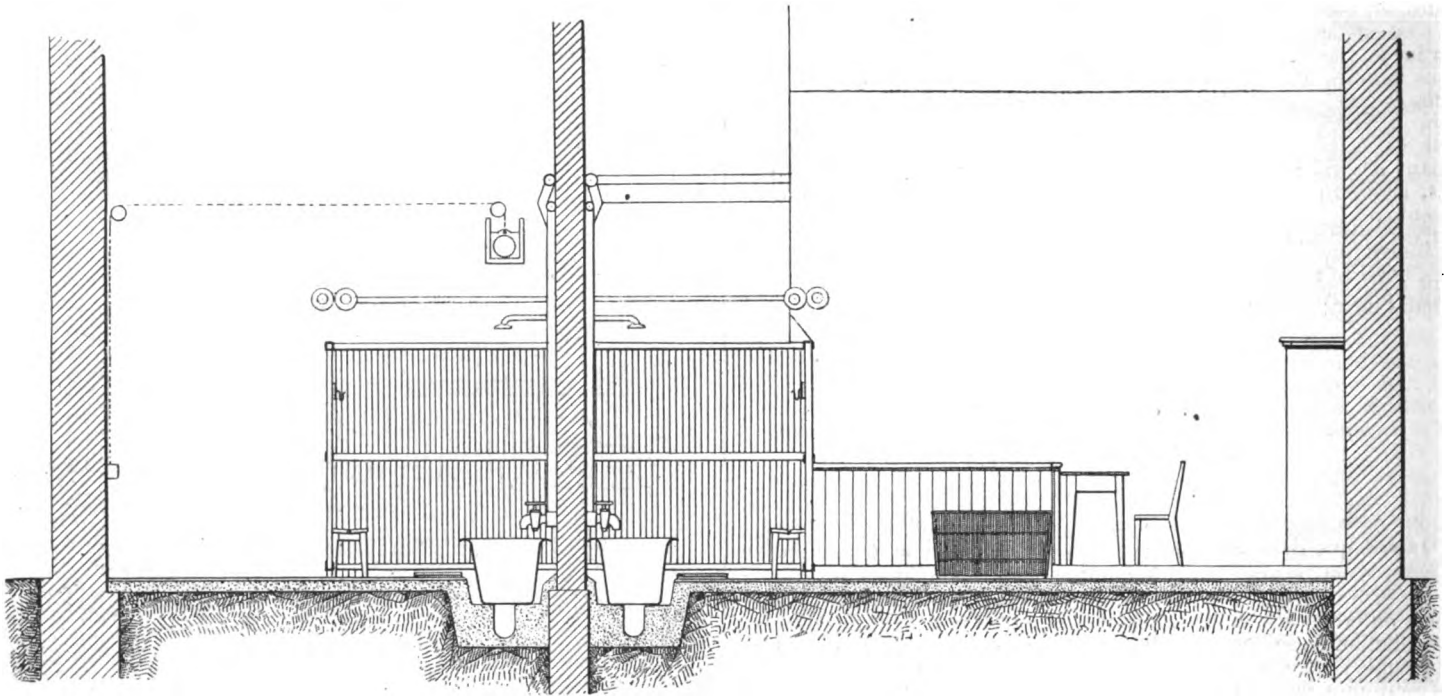


Fig. 2. — Etablissement de bains pour ouvriers. Coupe transversale des cabines.

Pour nous résumer, il serait bien souhaitable que la tentative philanthropique de MM. Hartmann et Reichard, dont nous avons donné les procédés simples de réalisation, fût imitée par le plus grand nombre possible de nos industriels. Voilà plus de quinze ans que tous les hygiénistes combattent en vue de l'obtenir ; le docteur Merry-Delabost, le professeur Arnould, de Lille, le docteur Vallin, le docteur Deshayes, le docteur Marquézy, de Neufchâtel-en-Bray, et bien d'autres savants infatigables ont étudié la question à fond, et l'initiative privée, prépondérante en cette matière, peut être éclairée quand elle le voudra. Nous voudrions voir une louable émulation s'emparer à ce sujet de nos industriels ; ils y trouveraient, tout à la fois, nous en sommes certain, la satisfaction de voir la tâche qui leur incombe largement accomplie et leurs intérêts les plus immédiats sauvegardés : tout cela peut être réalisé avec quelques billets de banque bien placés et un peu d'eau chaude bien utilisée.

Max de Nansouty.

AGRICULTURE

TRAITÉ DE CHIMIE AGRICOLE

de M. P.-P. Dehérain, de l'Institut (1).

Il y a longtemps qu'il n'est plus vrai de dire qu'on en sait toujours assez pour faire un agriculteur. La science agricole a marché comme les autres sciences et un agriculteur ne peut réussir à l'heure actuelle qu'à la condition d'être instruit et très instruit. Il lui faut connaître la géologie, la botanique, la zootechnie, la chimie, et le nombre toujours croissant d'élèves dans nos écoles d'agriculture est une preuve de ce besoin d'une instruction théorique solide permettant ensuite au cultivateur intelligent de résoudre au mieux tous les difficiles problèmes qu'apporte à chaque instant la conduite d'une exploitation rurale.

1) G. Masson, éditeur, Paris 1892.

Il n'existait plus en France de traités de chimie agricole au courant des derniers progrès accomplis; nul n'était plus à même de combler cette lacune que notre savant collègue de l'Ecole de Grignon.

Depuis trente ans et plus, M. P.-P. Dehérain a étudié de la façon la plus pratique et la plus fructueuse les intéressantes questions de la physiologie végétale ; il disposait d'un vaste champ d'expérience : le domaine de l'Ecole de Grignon tout entier, et, dans cette propriété, d'un terrain plus spécialement consacré aux essais ; en outre, des laboratoires de la station agronomique de Grignon et du Muséum.

C'est à l'aide de ces puissants moyens de recherches et d'étude que M. Dehérain est parvenu à fonder une branche spéciale de la chimie, la chimie agricole, et c'est principalement son œuvre originale qu'il nous expose dans le beau livre qu'il vient de publier.

Cependant, tout en relatant ses expériences personnelles, l'auteur, qui rédige depuis longtemps les *Annales agronomiques*, a pu réunir un grand nombre de documents, de relations de travaux accomplis en France et à l'étranger, et il décrit avec beaucoup de précision et

Digitized by Google

une puissance de critique que lui donne sa haute compétence, toutes les expériences des savants modernes.

L'ouvrage est divisé en trois parties :

Développement des végétaux ;

Terre arable ;

Amendements et engrais.

Dans la première partie, l'auteur, après avoir exposé les méthodes d'analyse chimique, étudie le mécanisme de l'assimilation et de la désassimilation des éléments.

Le chapitre relatif à l'azote est particulièrement nouveau et intéressant, car nous y trouvons relatées toutes les découvertes relatives à l'assimilation de cet élément par les bactéries.

Dans la deuxième partie relative aux terres arables et à leurs propriétés, nous signalerons les considérations sur la fertilité et la stérilité des sols, que les agronomes devront méditer.

Dans la troisième partie, nous lisons une étude très complète sur le fumier de ferme et les engrais verts. Le dernier chapitre, très convenablement développé, traite de l'analyse et de la valeur des engrais.

Ce beau volume renferme en somme une foule de renseignements utiles, et il sera toujours consulté avec intérêt et profit : M. Dehérain ne s'est pas contenté de faire œuvre de savant chimiste, il n'a jamais perdu de vue l'application, le côté pratique si délaissé d'ordinaire, et nous sommes persuadé que l'agriculture française profitera des utiles conseils qu'elle peut puiser dans la lecture de son *Traité de chimie agricole*.

Il est certain que si nos agriculteurs obtiennent couramment maintenant des récoltes de blé auxquelles on ne croyait pas il y a dix ans, c'est en partie à M. Dehérain qu'ils sont redevables des progrès accomplis.

C'est grâce aux découvertes de ce savant sur le rôle et la captation des nitrates après l'enlèvement des récoltes, que les agronomes arriveront à économiser des quantités notables d'engrais, tout en conservant à leurs terres le maximum de fertilité.

R. Lezé,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHEMINS DE FER

RAPPEL A RESSORT POUR SIGNAUX DE CHEMINS DE FER

On sait que dans la manœuvre des signaux de chemins de fer, le rappel se fait brusquement, à l'aide d'un contrepoids fixé à l'extrémité de la chaîne de manœuvre, contrepoids très lourd, descendant dans une fosse. On obtient ainsi un mouvement rapide, mais qui a l'inconvénient, par sa brutalité, de détériorer rapidement le signal, de casser les verres aux couleurs indicatrices, et souvent aussi d'éteindre le feu de la lanterne quand celle-ci n'est même pas brisée.

Frappée de la défectuosité de cet appareillage, la Compagnie de l'Ouest a eu l'heureuse idée de remplacer le contrepoids par un système de rappel basé sur la détente d'un ressort combiné à la résistance de l'air comprimé.

L'appareil se compose d'un cylindre en fonte, fermé à ses deux extrémités par les plateaux B et C (fig. 1), et fixé sur un bâti en fonte A qui peut se placer, par l'intermédiaire de boulons de scellement, soit sur une pierre, soit sur un massif de fondation. Dans l'intérieur du cylindre, se trouve un ressort à boudin double très fort R, s'appuyant d'un côté sur un plateau fixe E, de l'autre sur un piston D. Ce dernier, d'un diamètre légèrement inférieur à l'alésage du cylindre et muni d'une tige T, porte, fixé à sa partie inférieure, un solide cuir embouti G, qui fait office de piston. La tige T sort du cylindre en traversant le plateau B par l'intermédiaire d'un guide F, et vient à son extrémité actionner le signal par un jeu de bielles.

Le piston C est percé en son centre d'une ouverture circulaire, fermée à l'aide d'un clapet métallique H, guidé par sa tige I, et qu'un petit ressort à boudin R tient appliqué sur son siège.

Voici maintenant comment s'effectue la manœuvre :

Lorsque le signal doit être rappelé, le piston D est amené en arrière par l'intermédiaire de la tige T, comprimant ainsi le ressort à boudin R ; l'air emprisonné entre le piston D et le plateau fixe E trouve son passage par le clapet H, dont le ressort est tendu par la pression de l'air qui s'échappe. Arrivé au bout de sa course, on peut dire que l'appareil est armé. En effet, si on l'abandonne à lui-même, le ressort, en se détendant, opère le rappel. Mais si le principe s'en tenait là, il n'y aurait pas de changement dans l'allure du rappel, le mouvement brusque du contrepoids serait simplement remplacé par la détente non moins brusque du ressort. Le perfectionnement que comporte l'appareil, est précisément l'application d'un frein naturel à la détente du ressort.

Ce dernier, en effet, dans ce mouvement, actionne le piston D, qui comprime alors le volume d'air qu'il a devant lui, et verrait rapidement sa puissance équilibrée, si cet air ne trouvait lui-même une issue, qui lui est donnée par deux petites ouvertures faites de chaque côté d'une vis V, fixée au centre du plateau C fermant le cylindre. Cette vis, dite *régulatrice*, permet la sortie de l'air avec une vitesse plus ou moins grande, suivant son degré de serrage, et l'on peut ainsi régler le rappel du signal, pour qu'il s'effectue aussi rapidement que possible, en s'arrêtant à la limite à laquelle il y aurait choc dangereux pour les parties fragiles du signal.

Cet appareil est très simple ; il offre, en outre, les avantages suivants : toutes les parties qui le composent ne présentent aucune difficulté dans leur construction ni dans leur ajustage. L'alésage du cylindre, qui est toujours un travail délicat, et par conséquent coûteux, lorsqu'il faut qu'il soit très bien exécuté, peut être, dans le cas présent, assez imparfait pour ne pas gêner le fonctionnement de l'appareil, grâce au cuir embouti. Toutes les parties sont accessibles, et la visite complète de l'appareil peut s'opérer dans un très court espace de temps, puisqu'en déboulonnant le fond du cylindre, le mécanisme est à portée de la main. Enfin, il ne touche en rien le signal proprement dit, ce qui permet de l'appliquer à l'un quelconque, sans dépense et sans changer la manœuvre à laquelle sont habitués les hommes chargés du service des signaux.

Le principe de l'appareil n'est, du reste, pas nouveau, et beau-

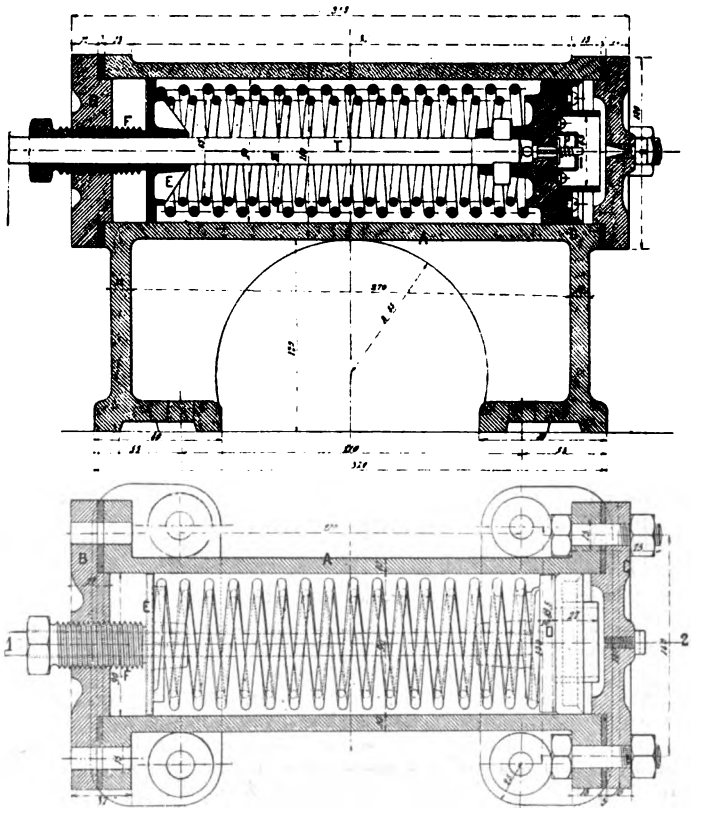


Fig. 1. — Rappel à ressort pour signaux de chemins de fer.

coup de nos lecteurs le connaissent déjà pour l'avoir vu, réduit à une échelle plus petite, appliqué à la fermeture automatique des portes. Mais c'est aux Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest que revient le mérite d'avoir su tirer parti d'une idée très simple, pour la mettre au service d'une des manœuvres les plus importantes de la voie. Les essais, commencés depuis plus de deux ans, se poursuivent encore, par la mise en usage d'un plus grand nombre d'appareils, et nous croyons savoir que, jusqu'à ce jour, ils donnent entière satisfaction.

G. Petit,
Ingénieur civil.

COLLISION ENTRE DEUX TRAINS EN AMÉRIQUE

Une collision entre deux trains a eu lieu dernièrement près de la station de Menomonie, dans le Wisconsin (Etats-Unis).

Par un hasard heureux, aucun voyageur n'a été blessé ; par contre,

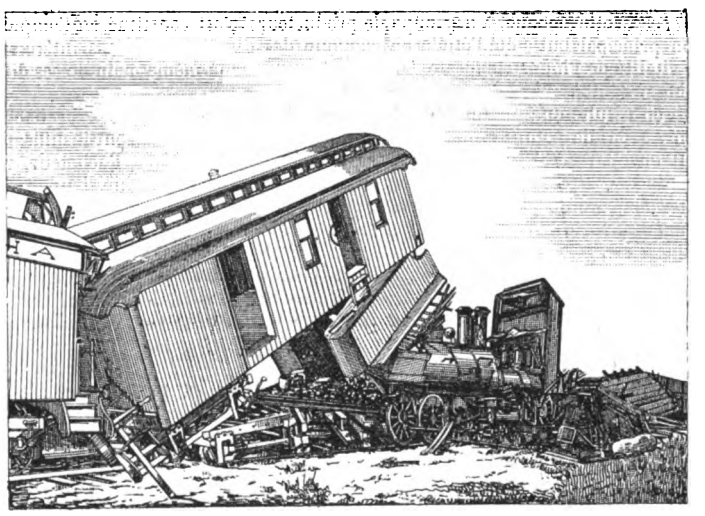


Fig. 1. — Collision entre deux trains en Amérique.

les deux locomotives ont été fort endommagées, comme le montre la gravure ci-jointe (fig. 1), reproduite d'après le *Scientific American*.

Digitized by Google

Voici comment l'accident se produisit : un train de voyageurs allant d'Omaha à Saint-Paul, heurta violemment un train de marchandises venant en sens inverse, sur la même voie.

Le mécanicien du train de voyageurs avait complètement oublié, paraît-il, l'ordre qui lui avait été donné d'attendre le train de marchandises, à un croisement. Dès que les mécaniciens des deux trains aperçurent le danger, ils serrèrent immédiatement les freins à air, renversèrent la vapeur et sautèrent à terre, en même temps que les chauffeurs.

La vitesse des trains, au moment du choc, était réduite à 16 kilomètres. Malgré cela, les deux locomotives furent démolies ; le fourgon des bagages, des voitures de voyageurs et quatre wagons de marchandises furent mis en pièces. Quelques employés du train furent légèrement blessés, environ 25 bestiaux furent tués et beaucoup d'autres furent tellement mutilés, qu'il fallut les abattre sur place.

CORRESPONDANCE

Réponse du Comptoir métallurgique de Longwy à un article du Jour, *du 5 avril 1892, intitulé :* l'Accaparement des fontes, un Krach futur.

Le Comptoir métallurgique de Longwy nous communique la lettre que l'on trouve ci-après et qu'il a adressée à notre confrère, M. Félix Laurent, en réponse à l'article publié par le journal *le Jour*, sous le titre : *l'Accaparement des fontes, un Krach futur*. La teneur de cet article, écrit sous le coup d'une émotion vive et incontestablement sincère, a produit dans une partie du public une certaine inquiétude. Il n'en restera rien lorsque l'on aura lu l'excellente et rassurante lettre de M. Aubé : ni accaparement, ni krach ne sont à craindre en pareille matière ; ces deux accidents ne sauraient être la conséquence d'une opération commerciale considérable à la vérité, mais absolument légale, prudente, et ajoutons-le, tutélaire pour les intérêts de l'industrie française.

Voici le texte de la lettre de M. Aubé :

Longwy-Bas, le 12 avril 1892.

Monsieur Félix Laurent,

En voyage depuis quelques jours, je n'ai connu votre article du 5 courant, intitulé *l'Accaparement des fontes, un Krach futur*, que le 7, en arrivant à Paris. Je me suis immédiatement présenté dans vos bureaux de la rue du Croissant, où l'on m'a engagé à revenir le lendemain, ce que j'ai fait. J'ai appris alors, avec un vif regret, que vous étiez souffrant et qu'en conséquence vous ne pouviez me recevoir.

Je comptais vous donner, sans aucune animosité, croyez-le bien, quelques explications qui vous eussent permis de rectifier spontanément votre information. Je me trouve donc obligé, bien malgré moi, de vous demander l'insertion de la présente, ce qui permettra à vos lecteurs de juger la question sous son véritable jour.

Je me suis avant tout demandé comment vous aviez été amené à prendre ainsi à partie le Comptoir de Longwy. Il m'a paru limpide que vous avez mal interprété un article de l'*Echo des Mines et de la Métallurgie*, du 27 mars, ayant pour titre : *Un marché de deux millions de tonnes de fonte*, et que flairant un gros scandale, faisant un rapprochement avec le krach des cuivres, vous vous êtes résolu à livrer à l'indignation publique, ce que vous considériez comme un agissement blâmable.

Vous allez voir que, en croyant faire de l'histoire, vous avez composé un véritable roman.

Il n'y a pas de nouveaux droits de douane à percevoir à l'entrée des fontes étrangères. Aucune modification n'a été faite au régime douanier en ce qui nous concerne ; il n'y avait donc pas de situation nouvelle à exploiter.

Le Comptoir métallurgique ne vient pas de se former ces jours derniers, comme vous semblez le croire, en vue de maintenir à cinquante francs le prix des fontes, ce qui, entre parenthèses, n'aurait rien d'exagéré ; il existe depuis 1877. A cette époque, un groupe de producteurs s'est constitué en Comptoir. Son principal but a été l'étude en commun des diverses questions intéressant la vitalité de l'industrie locale, et aussi la vente par la même main de ses différents produits.

Il en résulte une diminution très sensible dans les frais généraux de chacun ; il n'y a pas de petites économies quand les droits protecteurs sont insuffisants.

Il en est résulté également un très sérieux avantage pour l'acheteur, une certitude complète pour lui d'être livré en temps utile à droite si un cas de force majeure se produit à gauche, l'assurance de recevoir régulièrement les numéros, sortes et nuances de fontes nécessaires à la bonne marche de ses usines, etc.

Le Comptoir n'a jamais spéculé. Il n'a jamais tenté de se constituer d'autre stock que celui nécessaire à l'exécution de ses engagements. Du reste, tous les fourneaux de France réunis n'ont peut-être pas actuellement en stock plus de deux cent mille tonnes ; vous voyez qu'il était impossible d'accaparer deux millions de tonnes de fonte.

Ces deux millions de tonnes qui seront expédiées en plusieurs années de notre groupe sont dans nos montagnes à l'état de minerai jusqu'au moment où il deviendra utile d'en opérer la fusion, le combustible nécessaire repose dans divers charbonnages à quelques cents mètres sous terre.

Le Comptoir n'a donc rien accaparé ; ce sont les lamineurs et fondeurs qui ont accaparé la production future des usines qui en font partie.

Il n'y a pas eu ici de conception nouvelle, le système de marché à échelle mobile doit remonter à l'époque de la première transaction commerciale, peut-être bien longtemps avant le déluge. Nous avons proposé ce système à nos acheteurs, précisément parce qu'il exclut toute arrière-pensée de spéculation, et que, pour cette raison, les marchés pouvaient se traiter sans aucun inconvénient pour plusieurs années.

Presque toute la partie de la France métallurgique qui vit de nos fontes a trouvé notre formule séduisante ; vous voyez que la conception, bien que vieille comme le monde, était sympathique, puisque des centaines de marchés nous assurent l'écoulement de la majeure partie de nos produits pendant une longue période.

La conception a été sympathique pour la simple raison que nous avons proposé des prix de base absolument modérés. Nos usines ne s'enrichiront pas, mais elles conserveront pour longtemps au complet une population ouvrière fort intéressante.

Ce que vous appelez une véritable embuscade derrière le double tarif fait très bien en littérature, mais vos conclusions ne peuvent se réaliser, puisque le point de départ n'est pas celui que vous pensez connaître. Du reste, et quand même, le mouvement de bascule que vous imaginez nous semble très incompréhensible.

Il nous paraît inutile de rappeler les procédés employés par le syndicat des cuivres ; ils sont connus de tous. Les nôtres sont tellement dissemblables qu'il vous a fallu une imagination bien vive pour y découvrir un rapprochement.

En prenant le prix du coke comme grand régulateur, il n'y a là aucun choix habile ; c'est de la simple prudence. Le coke est le facteur le plus important dans le prix de revient de la fonte ; c'est le seul qui puisse l'influencer sérieusement ; ce serait donc de la spéculation de s'engager ferme à longs termes sans faire intervenir les mouvements sur ce combustible.

Le soleil, que vous évoquez, luit principalement pour nos acheteurs qui se sont assuré pour trois années leur matière première dans de bonnes conditions. Ne croyez pas, Monsieur, que les mille lamineurs et fondeurs qui, en chiffres ronds, vivent de la dénaturation de la fonte soient des naïfs. Ne croyez pas qu'ils se laisseraient prendre à des conceptions, manœuvres ou procédés habiles.

Approximativement, la moitié d'entre eux (pour lesquels en raison de la proximité, nos produits seront abordables) se sont engagés avec nous parce que nos conditions ont été absolument modérées, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Quant à l'ombre dans ce tableau enchanteur, elle existe ainsi que vous le dites. Nous avons oublié de prévoir le cas de la vache grasse ; c'est ainsi que nous qualifions en métallurgie les rares années de grande prospérité. Eh bien! si cette vache grasse faisait subitement son apparition (elle ne prévient jamais), nous serions désarmés et dans l'impossibilité de prélever notre part du filet. Peu importe, les ouvriers vivront, les usines donneront à leurs actionnaires de tout petits intérêts, et ces derniers se consoleront en pensant que, quelle que soit l'ombre, aucun krach n'est à craindre ici.

Les cent millions de francs dont vous parlez sont dans la poche de nos acheteurs. Ils nous les verseront mensuellement en plusieurs années en échange de nos fontes, qui actuellement, faute de stock suffisant, se chargent chaudes dans les wagons au fur et à mesure qu'elles sortent des hauts fourneaux. C'est là ce qu'on peut appeler, ce nous semble, le résultat de besoins réels. Notre situation est la conséquence, ainsi que la fermeté des prix, de l'abondance des demandes pressantes.

Vous déplorez cette fermeté, nous n'y comprenons rien ; nous ne parlons pas, paraît-il, la même langue. Croyez-vous que ce soient les baisses et les ruines qui fassent la fortune publique ?

Nous ne triomphons pas. Nous déplorons au contraire que sur certaines frontières qui sont éloignées de notre bassin métallurgique, les droits qui nous protègent ne soient pas suffisants pour empêcher l'envahissement des fontes étrangères ; nous avons même grand mal à lutter sur certains points très rapprochés.

Nous pouvons vous assurer que nous n'avons été nullement victimes de notre achat de 15 000 tonnes de fonte ; nous les avons prises chez un confrère qui, plus fortuné que nous, a ses usines sur le canal, ce qui nous a permis de les transporter en dehors de notre zone habituelle.

Naturellement, les forges du Centre et de l'Ouest ont pleine liberté de s'approvisionner sur d'autres points ; nous n'avons jamais osé espérer alimenter toute la France. Les étrangers entrent chez nous les uns par la mer, les autres par les canaux, et chacun sait que les voies navigables laissent bien loin derrière elles les tarifs les plus bas de pénétration.

Ne reprochez pas au pays qui n'est pas assez riche pour nous raccorder à la Meuse de nous défendre par des droits protecteurs.

Nous ne pouvons que vous rendre grâce de nous avoir crié gare ; nous sommes heureux de pouvoir vous rassurer. Nous apprécions votre sollicitude et vous remercions aussi de vouloir bien ne pas douter de notre patriotisme.

Nous croyons que le seul véritable patriotisme dans l'espèce est de priver le trésor des revenus provenant des droits de douane sur les fontes étrangères il retrouvera indirectement sur les fontes produites en Meurthe-et-Moselle, beaucoup plus qu'il n'aurait perçu sur les fontes à leur entrée en France. Rassurez-vous du reste, consultez les statistiques, et vous verrez, à votre grande satisfaction, et à notre grand chagrin, que les produits métallurgiques allemands et anglais continuent à entrer chez nous comme autrefois et que l'or français assure l'existence d'un grand nombre d'ouvriers d'Outre-Manche et d'Outre-Rhin.

Pour nous, habitants de la frontière, bien que sans crainte, très résolus et prêts à toutes éventualités, nous pensons que la prudence serait de laisser s'expatrier les ouvriers étrangers sans ouvrage, et qu'il est coupable, à moins d'absolue nécessité, de pourvoir aux besoins d'un peuple qui change la pelle contre le fusil avec une si surprenante rapidité.

Voilà, Monsieur ; quand il n'y aura plus de frontières, nous en recauserons et nous nous mettrons peut-être d'accord.

En attendant, veuillez agréer, etc.

Le directeur-gérant du Comptoir métallurgique de Longwy,

G. Aubé.

Digitized by Google

VARIÉTÉS

LE NIL, LE SOUDAN, L'ÉGYPTE

par A. Chélu (3)

En perdant momentanément sa quasi-indépendance, l'Egypte n'a point cessé d'intéresser nos compatriotes, et, c'est à notre honneur, — semble-t-il, — qu'au milieu de circonstances si défavorables à l'expansion française, nous soyons à peu près les seuls à explorer le vieux sol pharaonique, soit pour en faire surgir les ruines restées enfouies, soit pour lui procurer par toutes sortes d'études ou d'entreprises un regain de sève et de virilité.

L'intéressant livre intitulé *Le Nil, le Soudan, l'Egypte*, que vient de publier M. A. Chélu, témoigne de ce goût élevé de notre race pour les travaux spéculatifs, d'un réel et profond attachement à une contrée célèbre entre toutes, du désir de rendre par le progrès des populations entières plus heureuses, et, à ce titre, il mérite mieux qu'une simple mention bibliographique.

On sait que le Nil est, à la fois, pour l'Egypte, la raison de son existence et la cause *sine qua non* de sa prospérité. Sans lui, un désert effrayant remplacerait en quelques mois les plaines ensemencées de céréales, de canne à sucre et de coton. C'est dire que la connaissance exacte de son régime, de celui de tous les principaux affluents, le minutieux emploi des eaux disponibles, le moyen de les retenir ou de les distribuer ensuite d'après les besoins, constituent la plus haute préoccupation du gouvernement local.

Par destination, comme en ses développements naturels, l'ingénieuse compilation de M. Chélu est faite de tout point pour grouper et résumer des devoirs aussi complexes, et pour en faciliter l'accomplissement à qui de droit.

Dans un premier chapitre, le plus intéressant à nos yeux, l'auteur prend le maître-fleuve, — le Père des eaux, comme disent les Arabes, — à partir de sa source toujours hypothétique, l'accompagne entre le Victoria-Nyanza et l'Albert-Nyanza le long du Sommerset, et, descendant son cours par Dufflé, Goudokoro et Fachoda, le conduit jusqu'à Khartoum, c'est-à-dire au confluent du Nil Blanc et du Nil Bleu. Le diagramme des crues, quelques tableaux d'altitudes, plusieurs analyses des terres et des eaux contribuent à éclairer le texte et à fournir sur la topographie comme sur l'hydrographie des renseignements précieux. Il est à regretter, cependant, au point de vue documentaire, que cette partie du travail n'ait point été développée plus longuement grâce aux curieuses observations recueillies de visu par Samuel Baker et corroborées depuis par le général Mason. Nous aurions également souhaité qu'une carte du Soudan oriental rassemblant le Nil Blanc, le Nil Bleu et l'Atbara, ces trois grands tronçons de l'arbre nilotique, rappelât au lecteur l'ensemble des connaissances géographiques relatives à ces diverses régions.

Le chapitre II comporte toute la partie du Nil comprise entre Khartoum et Assouan. Là, des cartes partielles en couleurs, donnant la disposition des six cataractes et des rapides les plus remarquables, se joignent à la description détaillée. Quelques coupes longitudinales ou transversales complètent, à l'occasion, les indications contenues. Pour chacun des obstacles naturels, dont le baron de Gottberg avait jadis relevé l'exacte figuration, M. Chélu a pris soin de consigner des renseignements généraux, au triple point de vue de l'hydrographie, de l'agriculture et du commerce. A leur égard, l'auteur fait une remarque qui paraîtra judicieuse :

« Les nombreux obstacles accumulés sur certains points des grands tronçons du Nil, — dit-il en principe, — et notamment entre la première et la sixième cataracte, sur un parcours de 1 800 kilomètres, sont une des plus belles conceptions de la nature. Alors que les anciens, dont ils entravaient les pérégrinations vers le sud, les considéraient toujours comme nuisibles, la science moderne les admire, parce qu'ils sont le complément indispensable du régime qui a créé l'Egypte, dont il n'a cessé depuis d'entretenir la fertilité ».

Aussi, ajoute-t-il, plus loin, comme conclusion à ces paroles :

« Si les cataractes n'existaient pas, il faudrait les créer. Elles sont; mais, puisque le temps et le Nil les ont, presque toutes, sillonnées de brèches trop nombreuses, trop larges et trop profondes et que d'autres ont été détruites, le problème à résoudre peut se formuler ainsi : rétablir tôt ou tard les seuils emportés et limiter en les obturant le nombre des brèches pour relever le plan d'eau du Nil, pour augmenter la végétation et l'étendue des terres cultivées, pour rendre le Nil navigable de la Méditerranée à l'Equateur; en un mot, pour améliorer les conditions de la vie humaine dans ces contrées. »

Les autres parties du livre, moins nouvelles puisqu'elles concernent le bas Nil, traitent plus spécialement des irrigations, des réservoirs à établir çà et là, des cultures usuelles et d'un projet d'aménagement du fleuve, dû à M. de la Motte et à M. Jacquet, inspecteur général des Ponts et Chaussées, auteur du barrage de la Saône à Lyon. L'auteur y préconise l'utilisation éventuelle de l'ancien lac Moëris, au Fayoum, en vue de former un réservoir colossal, susceptible de restituer au Nil vingt millions de mètres cubes pendant cent jours de basses eaux, idée magistrale autrefois émise par Linant de Bellefonds, et qu'un américain, M. Cope White house, vient de reprendre à nouveau.

Edouard Mariette.

(1) Imprimerie Chaix, 20, rue Bergère, Paris.

INFORMATIONS

Nouvelles expériences sur la poussée des terres.

La théorie de la poussée des terres a été établie sur la base des expériences faites par Coulomb, Poncelet, etc. Mais dans la plupart des cas, ces essais ont eu lieu avec des appareils munis d'une *paroi mobile* (avec charnière ou autrement), tandis qu'il s'agissait en réalité de déterminer la grandeur et la direction de la poussée exercée sur un *mur immobile*. Des théoriciens de la valeur de Mohr, Winkler, Weyrauch, etc., ont fait depuis longtemps des objections aux résultats des essais ainsi obtenus.

Une seule exception a été faite par M. Leygue (1) qui, dans ses essais, s'est servi d'un appareil à paroi mi-partie fixe et mi-partie mobile. Cependant les dimensions de cet appareil d'essai étaient trop petites, pour qu'on puisse considérer les résultats obtenus par cet expérimentateur comme entièrement satisfaisants. Ces essais sont néanmoins dignes d'attention puisqu'ils ont ouvert une nouvelle voie et puisque, grâce aux résultats obtenus, M. Leygue a pu construire les murs de soutènement sur quelques lignes de la Compagnie du Midi.

Pour lever les objections dont nous venons de parler, M. Donath, professeur à l'Ecole polytechnique de Berlin, a fait construire un appareil dans lequel la poussée est mesurée par la pression hydrostatique. En nous réservant de revenir avec plus de détails sur ces essais, nous croyons intéressant de donner les conclusions que l'expérimentateur a cru pouvoir en tirer (2).

Pour une paroi verticale, et la surface du massif étant horizontale, la direction de la poussée est, conformément à la théorie de Raukine, horizontale elle aussi, tandis que sa grandeur n'est pas celle fournie par cette théorie.

Par contre, la grandeur, respectivement le moment de la poussée, sont à peu de chose près conformes aux valeurs données par la théorie de Coulomb; en effet, la valeur du moment trouvée dans les expériences diffère de 6 à 9 % seulement de celle qui est fournie par la théorie. De plus, la théorie d'un massif sans fin n'est pas applicable dans l'hypothèse d'une paroi verticale et d'une surface horizontale limitant le massif.

D'autres essais permettront de déterminer la grandeur et la direction de la poussée pour le cas où la paroi est inclinée et où le massif n'est pas limité par une surface horizontale.

M. S.

Avertisseur en cas d'inondations.

MM. Jacquemart et Albertini viennent d'expérimenter un système d'avertisseur pour prévenir les populations de la hausse des eaux et du danger des inondations. Ce système est basé sur le principe des vases communiquants.

Le cours d'eau est mis en communication par une conduite de longueur et de diamètre quelconques, avec une sorte de réservoir renfermant l'avertisseur. A mesure que le niveau du cours d'eau s'élève, celui du réservoir croît d'autant, et l'avertisseur suit le même mouvement, donnant lieu, suivant les hauteurs, à des indications électriques à longue distance.

Le transport de l'électricité se fait à l'aide de lignes télégraphiques, et les signaux indiquant les variations de niveaux sont placés dans les postes, mairies, etc., où ils renseignent les intéressés sur tous les mouvements des eaux, permettant ainsi de donner l'alarme par les moyens usités en pareil cas.

L'appareil est très simple et peut fonctionner par tous les temps, quelle que soit la hauteur des eaux du fleuve ou de la rivière dont il est chargé d'annoncer les variations de niveau.

Manivelle à bouton mobile supprimant les points morts.

Dans les moteurs à un seul cylindre, l'inconvénient résultant de l'existence de deux points morts correspondant aux positions extrêmes de la course du piston, a conduit à munir ces machines de dispositifs plus ou moins compliqués, destinés à permettre le démarrage, rendu impossible à la main dans les moteurs de grandes dimensions. Une nouvelle disposition, d'une grande simplicité, imaginée par M. V. de Michele, résout très élégamment le problème. Elle consiste à monter le bouton de manivelle, non plus dans une position fixe, mais dans une coulisse dirigée suivant l'un des côtés du carré inscrit à la circonférence tracée par le bouton en marche normale. Un ressort presse la coulisse portant le bouton et la maintient en place; si la machine s'est arrêtée à l'un quelconque des points morts, la pression fera glisser dans la coulisse le bouton qui, par son déplacement, produira le démarrage, le point mort se trouvant, par ce fait, supprimé. Le ressort maintenant le bouton de manivelle dans sa position normale, est réglé au moyen d'une vis, qui ne lui permet de jouer qu'avec la pression totale de la vapeur, au moment du démarrage aux points morts. Dans toutes les autres positions, la machine fonctionne comme à l'ordinaire, sans aucun déplacement du bouton de manivelle.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1883, 2e sem., p. 788.

(2) Voir *Zeitschrift für Bauwesen*, 1891, p. 491.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 mars 1892.

Physique. — *1° Sur les phénomènes électrocapillaires.* — Note de M. Alphonse Berget, présentée par M. Lippmann.

M. Berget, s'occupant actuellement de recherches relatives à la capillarité, a cru qu'il serait intéressant de soumettre à des vérifications variées les résultats énoncés par M. Gouy, et il a fait à ce sujet, trois séries d'expériences relatées dans cette note, qui lui ont bien montré que, dans tous les cas, la loi énoncée en 1877 par M. Lippmann, s'étendait même aux cas signalés comme exception par M. Gouy.

2° Sur la conductibilité thermique dans les corps cristallisés. Note de M. Charles Soret, présentée par M. A. Cornu.

3° Règle pour trouver le nombre et la nature des accidents de la gamme dans un ton et un mode donnés. Note de M. Pierre Lefebvre, présentée par M. A. Cornu.

M. Lefebvre présente dans cette note une règle pour trouver le nombre et la nature des accidents de la gamme dans un ton et un mode donné. Ce n'est pas simplement une règle empirique, mais se déduisant du raisonnement suivant. Les gammes étant rangées dans l'ordre logique, c'est-à-dire les toniques progressant par quintes, chaque fois que l'on monte ou qu'on descend d'une quinte, on gagne un dièze ou un bémol, ou bien on perd un bémol ou un dièze. L'ordre d'apparition des dièzes, l'ordre de disparition des bémols coïncident d'ailleurs avec l'ordre des toniques.

Chimie. — *1° Sur les densités des solutions aqueuses.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan.

La densité d'une solution dépend à la fois de deux facteurs qui sont complètement indépendants l'un de l'autre : la densité du corps dissous, et la variation de volume produite lors de la dissolution. La variation de volume, ainsi que l'auteur l'a montré dans une note précédente, est d'autant plus grande, que le poids moléculaire du corps dissous est plus considérable ; mais il n'existe pas de relation générale entre la densité d'un corps solide ou liquide et son poids moléculaire. On trouvera donc, suivant les cas, des variations très différentes pour les densités des solutions.

C'est ainsi que pour les solutions aqueuses des chlorures, d'une part, des sulfates, d'autre part, la densité correspondant à une concentration donnée est d'autant plus forte que le poids moléculaire est plus élevé, à condition de représenter la concentration par le rapport du nombre de molécules du corps dissous au nombre total de molécules du mélange, comme le montre l'auteur dans un tableau où il a réuni un certain nombre de valeurs des densités des solutions aqueuses de chlorures métalliques.

D'autre part, la série des acides gras présente la variation inverse, la densité diminuant quand le poids moléculaire augmente.

2° Sur les combinaisons du gaz ammoniac avec les bromure et iodure de bore. Note de M. A. Besson, présentée par M. Troost.

M. A. Besson présente dans cette note la méthode qu'il a employée pour obtenir le bromure de bore, corps solide blanc, répondant à la formule BBr^3 $4AzH^3$, comme le montrent les analyses jointes à cette note.

Par une méthode analogue, l'auteur a obtenu l'iodure de bore produit solide blanc amorphe représenté par la formule BI^3, $5AzH^3$.

Electricité. — *Sur la coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique.* Note de M. E. Bouty, présentée par M. Lippmann.

M. Bouty démontre d'abord dans cette note que la méthode qui lui a servi à mesurer la constante diélectrique du mica à haute température s'applique, sans modification essentielle, aux diélectriques doués d'une faible conductibilité électrolytique.

Les expériences faites à ce sujet permettent de conclure que le pouvoir diélectrique et la conductibilité électrolytique sont susceptibles de coexister dans un même corps, conformément aux idées de Maxwell : de plus, la constante diélectrique varie peu dans des conditions où la conductibilité croît dans des proportions énormes. Par exemple, il est bien remarquable que l'eau et la glace aient sensiblement la même constante diélectrique, tandis que la conductibilité a pu varier dans le rapport de 1 à 10^5 ou 10^6.

Mécanique. — *Sur l'impossibilité de certains mouvements.* Note de MM. A. de Saint-Germain et L. Lecornu, présentée par M. Darboux.

Mathématiques. — *Sur le mouvement du pendule conique à tige.* Note de M. de Sparre, présentée par M. H. Resal.

Halphen a fait remarquer que la projection horizontale de la courbe décrite par le pendule conique peut présenter des points d'inflexion et que ces points correspondent à ceux pour lesquels la pression du mobile sur la sphère est nulle.

M. de Sparre démontre dans cette note que cette propriété est un cas particulier du théorème plus général suivant.

Soit un point assujetti à se mouvoir sur une surface et soumis à l'action d'une force de direction constante ; si l'on considère la projection de la trajectoire sur un plan perpendiculaire à la direction de la force :

1° Cette projection aura des points d'inflexion correspondant à une pression nulle du mobile sur la surface.

2° Elle en aura également si, la pression n'étant pas nulle, le plan asculateur de la trajectoire est normal à la surface et contient la force.

Séance du 14 mars 1892.

Physique. — *Des maxima calorifiques périodiques observés dans les spectres du flint, du crown et du sel gemme.* Note de M. Aymonnet.

Chimie. — *1° Sur quelques alliages bien définis du sodium.* Note de M. Joannis.

M. Joannis présente dans cette note l'étude de quelques alliages bien définis de sodium qu'il a faite après avoir obtenu le composé $Pb^4Na, 2AzH^3$. Il a pu préparer alors l'alliage de plomb et de sodium sans amidure. Cet alliage s'échauffe fortement, en quelques secondes, lorsqu'on l'expose à l'air; l'eau le décompose, en donnant de la soude et du plomb sous forme de flocons noirs.

Il a étudié également l'action du potassamonium en excès sur le plomb et a obtenu un alliage de la formule Pb^2K analogue au précédent.

L'alliage de bismuth et de sodium $BiNa^3$ s'obtient en traitant le bismuth pur en excès par du sodammonium. Ce corps prend feu spontanément à l'air, en produisant une magnifique gerbe d'étincelles; l'eau le décompose en donnant naissance à de l'hydrogène presque pur.

Enfin l'auteur a obtenu l'alliage d'antimoine et de sodium $SbNa^3$ qui s'obtient d'une façon analogue à celle du précédent. Ce corps est très oxydable, il prend feu à l'air; l'eau le décompose avec dégagement d'hydrogène pur;

2° Sur l'essai des minerais d'antimoine. Note de M. Ad. Carnot, présentée par M. Daubrée.

L'antimoine ayant trouvé, depuis quelques années, des applications nouvelles et d'importants débouchés, l'exploitation de ses minerais s'est énormément développée; aussi est-il important de pouvoir en faire les analyses exactes. Les pertes qu'on fait avec la méthode par voie sèche sont toujours considérables, à cause de la volatilité même de l'antimoine; aussi, après quelques tentatives dans cette voie, M. Ad. Carnot a-t-il étudié une méthode toute différente, dont les résultats sont beaucoup plus satisfaisants.

La méthode consiste, en principe, à dissoudre l'antimoine par l'acide chlorhydrique, à le précipiter par l'étain et à le peser à l'état métallique. L'auteur indique dans cette note les précautions spéciales à prendre dans cette méthode d'analyse, suivant qu'on est en présence : 1° de minerais sulfurés; 2° de minerais oxydés; 3° de minerais contenant du fer ou du plomb;

3° Sur quelques réactions des acides amido-benzoïques isomériques. Note de M. Oechsner de Coninck;

4° Calcul des températures d'ébullition de composés dérivés des paraffines par substitution terminale. Note de M. G. Hinrichs.

La loi générale sur les températures d'ébullition s'est montrée confirmée par les déterminations des températures d'ébullition des paraffines. Restait à démontrer qu'elle s'applique également aux composés de substitution des paraffines, ce que fait l'auteur de cette note en partant de l'équation la plus simple qui exprime la loi générale : $t = K_1\delta + K_2\Delta^2$;

5° Sur les carbures pyrogénés formés dans l'industrie du gaz comprimé. Note de M. A. Brochet, présentée par M. P. Schützenberger.

A part l'hexylène normal signalé par Williams et l'érythrène trouvé par Caventou dans la fabrication du gaz comprimé par la pyrogénation du boghead et surtout des huiles de schiste, et dont la constitution est bien connue, aucun autre carbure défini n'a été nettement caractérisé. Le gaz comprimé prenant naissance dans une pyrogénation fortement prolongée, M. Brochet a pensé que les carbures susceptibles de subsister un certain temps au rouge-cerise devaient représenter les termes les plus stables de leur série et avoir une grande analogie entre eux; c'est, en effet, ce qui a lieu, et ses observations montrent que l'on peut considérer les huiles de gaz comprimé comme une source pratique et fort abondante de carbures normaux qu'on ne peut se procurer que difficilement par d'autres procédés.

Au cours de ce travail, après avoir condensé dans le brome les produits volatils, et séparé par distillation de grandes quantités de carbures aromatiques, l'auteur a pu isoler jusqu'à 20 grammes d'amylène et 40 grammes d'hexylène par litre d'huile brute. Ce sont ces carbures qui forment l'objet de la présente note.

Viticulture. — *Sur la végétation de la vigne.* Note de MM. Roos et E. Thomas.

Voici les résultats des recherches entreprises par MM. Roos et Thomas sur la végétation de la vigne :

1° Il existe une saccharose pendant les dix ou douze premières semaines de la végétation, dans les feuilles, le sarment et même le raisin, contrairement à l'opinion de Petit;

2° Cette saccharose disparaît, dans les trois organes précités, pendant le quatrième mois de la végétation; ils contiennent alors un mélange de sucres où domine la dextrose;

3° L'augmentation du sucre, en valeur absolue, ne correspond pas à une diminution de l'acidité, comme cela a lieu en valeur centésimale. Il n'est donc pas toujours vrai de dire que l'acidité des fruits diminue avec la maturation;

4° La diminution de l'acidité, en valeur absolue, s'observe au moment où la lévulose est en progression notable dans le fruit. C'est alors que la déviation polarimétrique passe à gauche et augmente progressivement jusqu'à la maturité, où elle est sensiblement égale à celle du sucre interverti.

Mécanique. — *Sur les engrenages sans frottement.* Note de M. A. Rateau.

G. Petit,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Mécanique professionnelle; outils, organes, machines élémentaires avec tableaux proportionnels par M. Ch. Casalonga, 1re partie : *Outillage.* — Paris, aux bureaux de la *Chronique industrielle.*

Cet opuscule de 103 pages et accompagné de 11 planches est le premier d'une série de 10 fascicules dont chacun doit correspondre à une branche ou spécialité de la construction. Sous le titre générique *Outillage*, le savant auteur a compris les notions les plus indispensables sur les matériaux de construction et sur leur mise en œuvre dans la pratique des ateliers de machines. La majeure partie de l'ouvrage est consacrée à des machines-outils pour trancher les métaux et le bois. Une innovation intéressante consiste à grouper tous les outils élémentaires sous forme de tableaux proportionnels donnant pour une dimension de base toutes les autres dimensions. Cette méthode, dont Reuleaux a fait déjà un usage très développé, facilitera beaucoup les études des organes des machines dans les bureaux de dessin de construction mécanique, en supprimant les calculs numériques parfois si fastidieux. Nous recommandons tout particulièrement cet opuscule aux jeunes praticiens sortant de nos écoles techniques.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

Douzième année. — Tome XX. — N° 26. N° 516. Samedi 30 Avril 1892.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Art militaire** : Le service militaire à l'Ecole centrale. Visite du Ministre de la Guerre et du Ministre de l'Industrie et du Commerce, p. 417 ; Max de Nansouty. — **Métallurgie** : Les fours portatifs oscillants de A. Piat et ses fils, p. 419 ; Henri Mamy. — **Mécanique** : Fabrication des cycles *(suite et fin)*, p. 421 ; Félix Beaujouan et Yves Guédon. — **Travaux publics** : Pont de François-Joseph, sur le canal du Danube à Heiligenstadt, près Vienne *(planche XXVII)* ; p. 425 ; — Les canaux et leurs progrès, p. 426 ; Max de Nansouty. — **Mines** : Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) *(suite)*, p. 427 ; Paul Ferrand. — **Correspondance** : L'aluminium, p. 431 ; Camille Faure. — **Informations** : Filet flottant pour calmer la fureur des vagues, p. 431.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils, séance du 1er avril 1892, p. 432 ; P. Jannettaz. — Académie des Sciences, séance du 21 mars 1892, p. 432 ; G. Petit.

Bibliographie. — **Livres récemment parus**, p. 432.

Planche XXVII : Pont de François-Joseph, sur le canal du Danube, à Heiligenstadt, près Vienne.

ART MILITAIRE

LE SERVICE MILITAIRE A L'ÉCOLE CENTRALE

Visite du Ministre de la Guerre et du Ministre de l'Industrie et du Commerce.

Le mercredi 13 avril, M. de Freycinet, Ministre de la Guerre, et M. Jules Roche, Ministre du Commerce et de l'Industrie, ont visité l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures dans le but de se rendre compte, par eux-mêmes, des progrès de l'instruction militaire donnée aux élèves de l'Ecole et des résultats obtenus.

M. de Freycinet était accompagné de M. le général Mathieu, Directeur de l'artillerie au Ministère de la guerre, et du colonel Pamard, chef du Cabinet.

M. Jules Roche était accompagné de M. Favette, Directeur de l'enseignement technique au Ministère du Commerce.

On sait qu'une des conséquences de la nouvelle loi militaire astreignant, dans une entière égalité, tous les citoyens au service de trois ans, a été l'institution d'un enseignement militaire complet pour les élèves de l'Ecole Centrale. Nous ne rappellerons pas les arguments qui ont été mis en avant à ce sujet et que l'on retrouvera dans le *Génie Civil*, où ils ont été exposés ou résumés à diverses reprises [1]. Ceux qui veulent avoir de cette question une appréciation complète et motivée se reporteront avec intérêt aux remarquables discours de M. Francisque Reymond, alors député, de MM. Berthelot, Renaud, Sébline, Goblet et aux discussions qui ont suivi [2].

M. Cauvet, l'honorable Directeur de l'Ecole, et les Membres du Conseil de perfectionnement, parmi lesquels le Président du Conseil, M. Boutillier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, ne négligèrent aucun effort persuasif, non pas pour éviter aux élèves de l'Ecole Centrale l'accomplissement d'un devoir patriotique et sacré qu'ils revendiquent avec ardeur, mais pour mettre ces jeunes gens en mesure d'accomplir ce devoir dans la plénitude de leurs capacités et avec toutes les ressources de leur instruction et de leur intelligence.

Il fut entendu finalement que tous nos jeunes élèves-Ingénieurs contracteraient, lors de leur entrée à l'Ecole, un engagement de quatre années, et qu'à leur sortie de l'Ecole ils seraient versés dans l'arme de l'artillerie, où ils formeraient un excellent contingent d'officiers de réserve. L'exemple de leurs anciens, qui accoururent sous les drapeaux, comme volontaires, en 1870, puis de ceux qui accomplirent

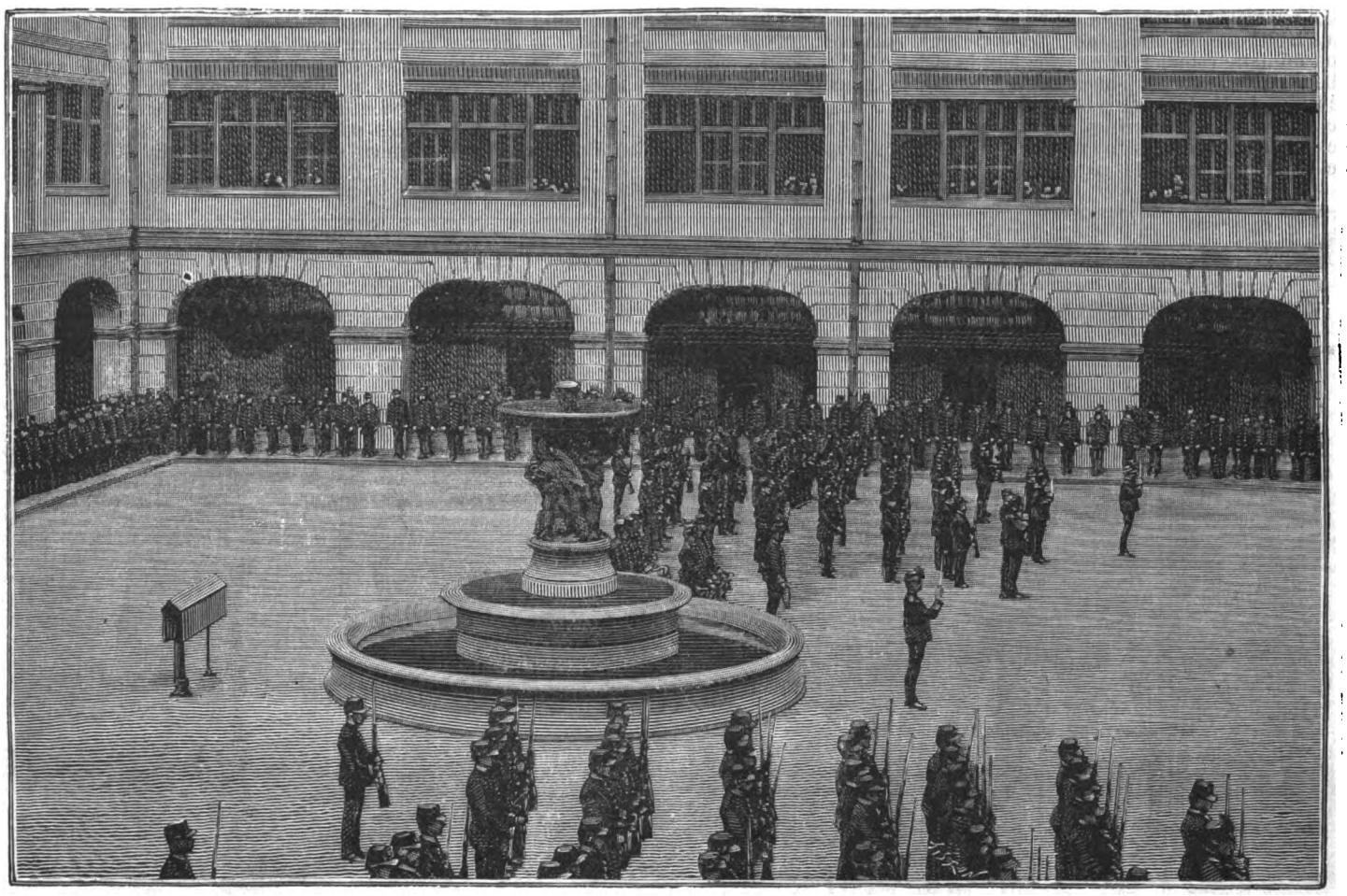


Fig. 1. — Revue passée à l'Ecole Centrale par M. le Ministre de la Guerre le 13 avril 1892.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome X, n° 15, p. 245 ; tome XIII, n° 12, p. 182 ; tome XIV, n° 3, p. 39 ; tome XVIII, n° 5, p. 72.

(2) *Journal officiel*, 1888, p. 1 075 à 1 080.

Digitized by Google

leur service comme engagés conditionnels, dans la période suivante, permet de se rendre un compte exact du parti que l'armée peut tirer de cet élément technique, composé de jeunes gens travailleurs, instruits, actifs et présentant les solides garanties que donne l'enseignement tout à la fois libre et sévère de l'Ecole Centrale.

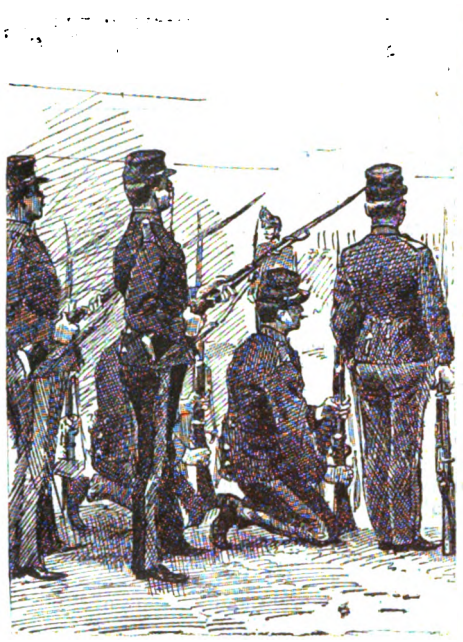


Fig. 2. — Manœuvre du mousqueton.

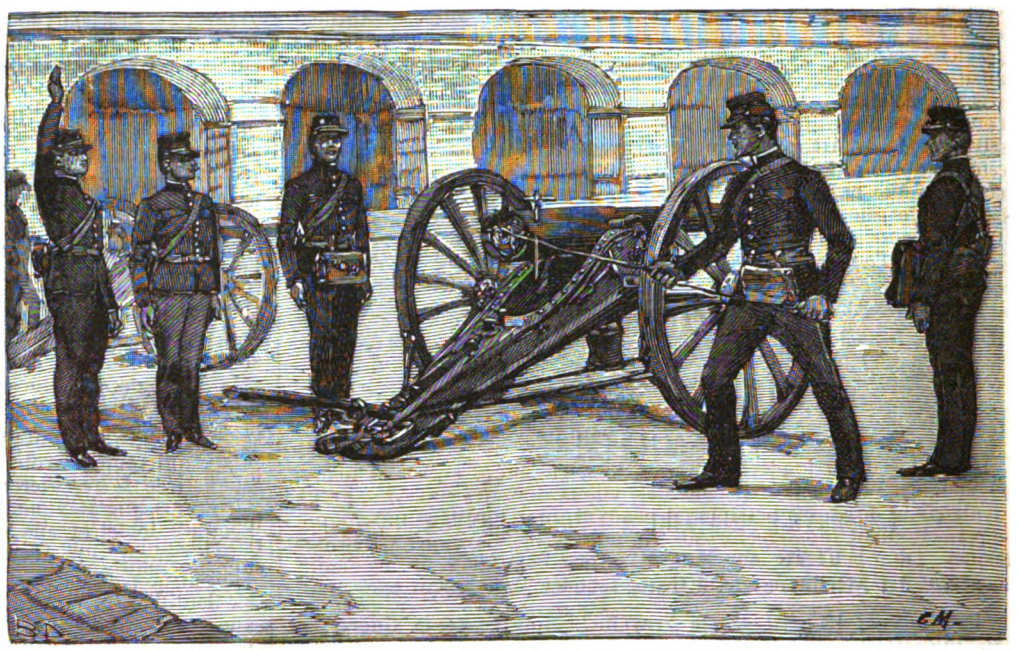


Fig. 3. — Manœuvres d'artillerie.

Le règlement intervenu à cet égard prescrit, comme nous le disions plus haut, que les élèves de l'Ecole Centrale recevront une instruction militaire complète. C'est une lourde tâche pour les instructeurs. Elle a pu être menée à bien grâce à la direction aussi savante que dévouée de M. le commandant Lambert du 12e d'artillerie, assisté de M. le capitaine Veyrines du 13e régiment, de deux lieutenants et de maréchaux-de-logis instructeurs pris dans la brigade d'artillerie de Vincennes (12e et 13e régiments).

L'enseignement militaire forme un cours complet d'art militaire pendant les trois années. Les leçons durent 1 heure et demie chacune et les manœuvres 2 heures.

Le cours théorique comprend : l'organisation militaire, principalement celle de l'artillerie, en temps de paix et en temps de guerre, et le service en campagne.

A la fin de chaque année, chaque élève reçoit une note d'ensemble qui, divisée par un coefficient convenable, s'ajoute à la moyenne de ses notes techniques et, par conséquent, agit sur son classement. Un examen général sur les 57 leçons du cours est passé à la fin de la 3e année. Dans cette note d'ensemble de fin d'année, il est tenu compte de notes particulières sur la manœuvre à pied, sur la manœuvre d'artillerie, sur la tenue et le zèle, sur les aptitudes militaires, enfin sur l'assiduité aux cours et la tenue des cahiers qui les relatent. Ces diverses notes particulières sont données par le commandant, le capitaine et les lieutenants. A la fin de la 3e année, la note d'ensemble se combine encore avec la note de l'examen général du cours et leur résultat vient influer sur le classement de sortie.

Les manœuvres exécutées par les élèves comprennent : l'instruction à pied avec le maniement du mousqueton, du sabre et du revolver; enfin les manœuvres d'artillerie avec les bouches à feu. Pour

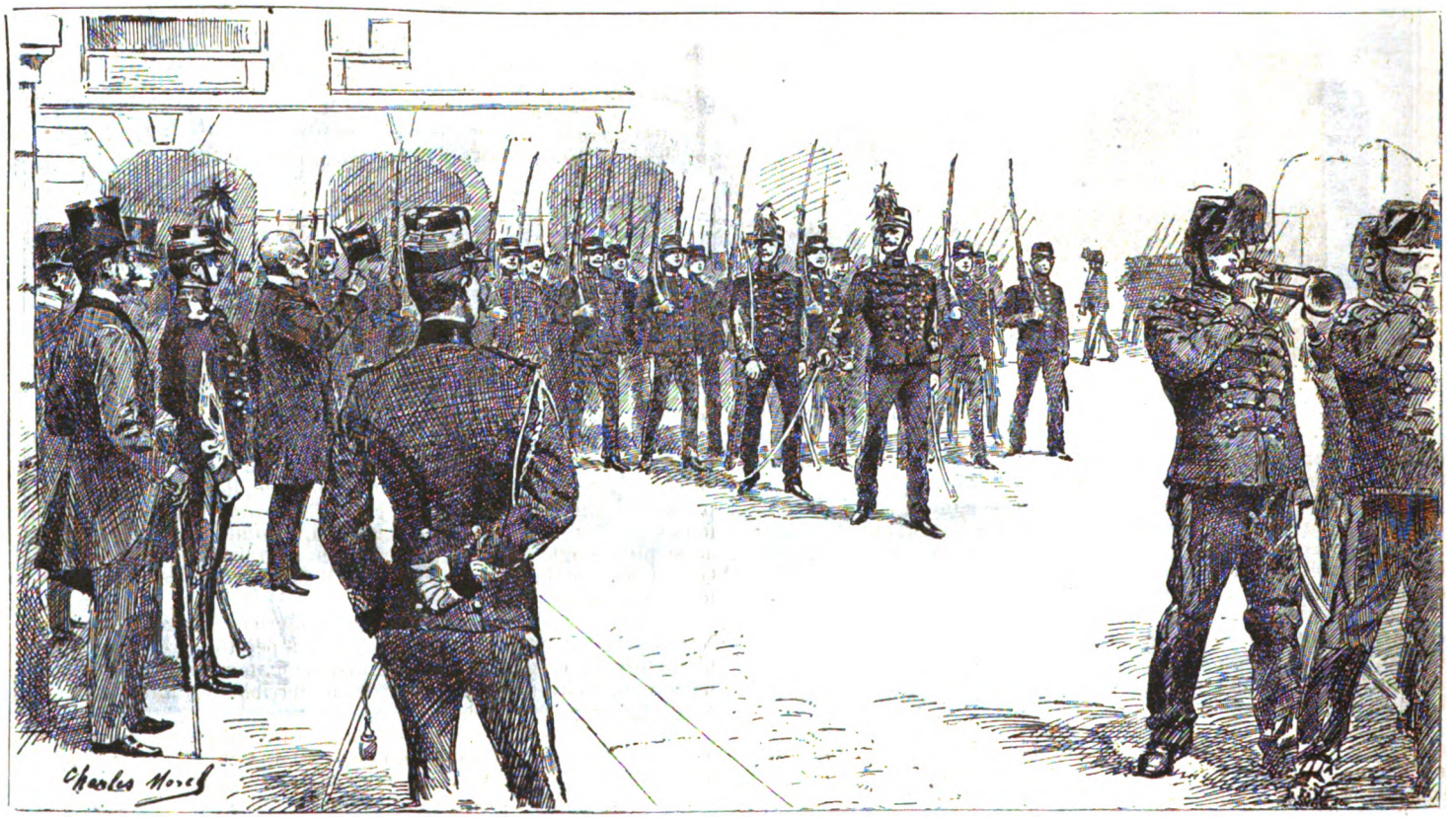


Fig. 4. — Revue de l'École Centrale. — Le défilé.

L'enseignement militaire forme un cours complet d'art militaire pendant les trois années. Les leçons durent 1 heure et demie chacune et les manœuvres 2 heures.

Le cours théorique comprend : l'organisation militaire, principalement celle de l'artillerie, en temps de paix et en temps de guerre, et le service en campagne.

A la fin de chaque année, chaque élève reçoit une note d'ensemble qui, divisée par un coefficient convenable, s'ajoute à la moyenne de ces manœuvres, afin de donner la mesure de leur acquis, les élèves de 3e année servent de sous-instructeurs et s'en acquittent fort bien. Entraînés par l'enseignement ferme et paternel, tout à la fois, de M. le commandant Lambert, nos jeunes Ingénieurs *fanatisent* avec entrain, suivant l'expression militaire. Leur bonne tenue sous les armes, la correction d'allures qu'ils y acquièrent, ne seront pas sans augmenter encore leurs qualités traditionnelles, auxquelles on rend justice, dans leurs carrières d'Ingénieurs.

Digitized by Google

La Revue du 13 avril, dont notre gravure donne un aspect, marquera avec honneur dans les annales de l'Ecole Centrale. M. le Ministre de la Guerre, après avoir assisté aux différents exercices et à un défilé dont nos Ecoles militaires auraient envié la régularité, en raison des difficultés que présentait un espace restreint, s'est montré entièrement satisfait et l'a nettement manifesté. Il a fait mieux encore en déclarant, avec une spontanéité toute gracieuse, qu'en présence des résultats acquis, la loi devait être évidemment modifiée et qu'il allait s'en occuper, afin que nos jeunes Elèves-Ingénieurs pussent recevoir un grade, le plus vite possible, à leur arrivée au régiment. Cette bonne disposition de M. le Ministre de la Guerre serait la consécration de la profonde impression éprouvée par tous les témoins de cette revue, où les élèves de l'Ecole Centrale ont prouvé que la jeunesse de nos grandes Ecoles techniques a réussi à se mettre à la hauteur du rôle patriotique que la loi militaire lui a attribué.

MAX DE NANSOUTY.

MÉTALLURGIE

LES FOURS PORTATIFS OSCILLANTS
de A. Piat et ses fils.

L' « Art » de la fonderie est resté très longtemps entre les mains de quelques praticiens expérimentés, jaloux de leurs procédés, qu'ils divulguaient le moins possible, et pendant que l'outillage mécanique se perfectionnait rapidement sous l'impulsion des Cavé, des Calla, des Bouhey, etc., pour ne citer que la France, bien peu d'Ingénieurs songèrent à perfectionner celui de la fonderie, qui restait très rudimentaire, tant au point de vue des procédés de fusion qu'à celui du moulage proprement dit.

Il n'y a guère plus d'une vingtaine d'années que les idées de progrès commencèrent à pénétrer dans les ateliers s'occupant de fonderie, et non seulement les cubilots ont subi depuis cette époque de sérieuses améliorations, mais encore des installations mécaniques importantes, comme celles destinées à la fabrication des tuyaux, ont été montées dans les fonderies; des machines à mouler, très ingénieuses, ont été inventées pour l'exécution de toutes les pièces à répétition. Enfin, l'art du fondeur s'est enrichi de nombreux procédés de troussage, au grand avantage des mécaniciens, qui évitent ainsi des modèles coûteux à établir et à garder.

La fonderie de bronze fut encore plus récalcitrante au progrès que la fonderie de fer ; les anciens fourneaux de fusion, par exemple, se sont conservés à travers les âges tels que les premiers ouvriers les avaient construits, et on les retrouve encore dans un grand nombre d'ateliers. C'est un simple massif en briques, dans lequel sont pratiquées des ouvertures protégées par un revêtement en briques réfractaires. Une grille est disposée à la partie inférieure, pour recevoir le creuset et le combustible ; un couvercle ferme la partie supérieure ; enfin, les produits de la combustion s'échappent par un carneau spécial, pour se rendre à la cheminée. Tel est le fourneau à air libre dans sa simplicité primitive. On y a cependant apporté quelquefois une amélioration, en supprimant le carneau et la cheminée et en envoyant sous la grille de l'air sous pression. On a obtenu ainsi les fourneaux à vent forcé, qui donnent une fusion plus rapide, mais non plus économique.

Ces anciens fourneaux à creusets, ces « potagers », pour employer le terme consacré, présentent une série d'inconvénients assez graves. Ils exposent le creuset et le métal fondu à des séries de refroidissements, ce qui nécessite une consommation considérable de combustible.

Les creusets sont soumis à des variations de température qui déterminent leur rupture fréquente.

Les ouvriers chargés du travail et de la coulée sont exposés à un rayonnement ardent et à des brûlures qui peuvent être fort graves.

Ces inconvénients et ces dangers ressortent très clairement de l'examen du travail.

L'ouvrier charge son creuset bien au centre du four et l'entoure de combustible. La grille s'encrasse rapidement, en raison de l'impureté du coke, et le fondeur est obligé de la dégager à coups de ringard, au détriment du creuset et du coke, qui s'émiette à travers la grille. De plus, le four devant rester ouvert pendant ce travail, le creuset et le métal fondu subissent un refroidissement, qu'il faut compenser ensuite, et qui entraîne une perte de temps et de combustible.

La fusion terminée, il faut sortir le creuset du four, pour effectuer la coulée. Cette manœuvre n'exige qu'un seul ouvrier, si la contenance du creuset est inférieure à 40 kilogr., et deux ou trois ouvriers, si elle est plus forte.

Le fondeur saisit le creuset avec des pinces spéciales, nommées « happes », l'extrait du fourneau, et coule le métal dans les moules préparés à cet effet.

Ici encore, le creuset est soumis à un refroidissement, d'abord par le contact des happes froides, puis par l'action de l'air.

La coulée terminée, on reporte le creuset dans le four, on l'équilibre, on le charge et on recommence une nouvelle opération. Le refroidissement que ce creuset a subi nécessite encore une dépense supplémentaire de combustible.

Ces creusets, soumis à des variations assez brusques de température, s'usent et se brisent rapidement. On admet, en général, qu'un creuset de terre réfractaire, pour le bronze, lorsqu'il a résisté à la première fonte, peut durer un jour, c'est-à-dire donner dix à onze fontes. Les creusets de plombagine, qui sont plus chers, durent aussi plus longtemps ; ils peuvent donner trente à quarante fontes. Quand ils sont bien conduits et de bonne qualité, certains creusets font même plus de soixante fontes.

La manœuvre de la coulée expose les ouvriers à de graves accidents. Non seulement ils sont soumis à une température très élevée, mais la rupture du creuset entre leurs mains ou même une simple fausse manœuvre peuvent les exposer à de terribles brûlures, dont on a enregistré trop d'exemples.

Avec ces fours, une fonte de bronze dure en moyenne une heure, et la quantité de combustible employée est de 11 kilogr. pour 30 kilogr. de fonte, soit une fraction de 36 % et de 50 % environ tout compris.

Pour remédier aux divers inconvénients que nous venons de signaler, M. A. Piat, fondeur-mécanicien, à Paris, a inventé un four portatif oscillant, qui réalise une notable amélioration sur les anciens fourneaux. Il réduit considérablement les frais de production, il procure une fusion beaucoup plus rapide et permet, par cela même, aux fondeurs en cuivre, de couler des pièces beaucoup plus lourdes qu'ils ne pouvaient le faire jusqu'alors, sans recourir aux fours à réverbère. Trois ou quatre fours permettent de couler des pièces de 1 500 à 2 000 kilogrammes.

Ce four portatif oscillant (fig. 1) se compose d'une enveloppe carrée en tôle, entourée, à une hauteur convenable, par une ceinture en acier, portant deux tourillons, qui permettent au four de basculer à l'aide d'un levier, et grâce auxquels on peut également soulever le four, au moyen d'un appareil de levage et d'une anse en fer qui se monte sur les

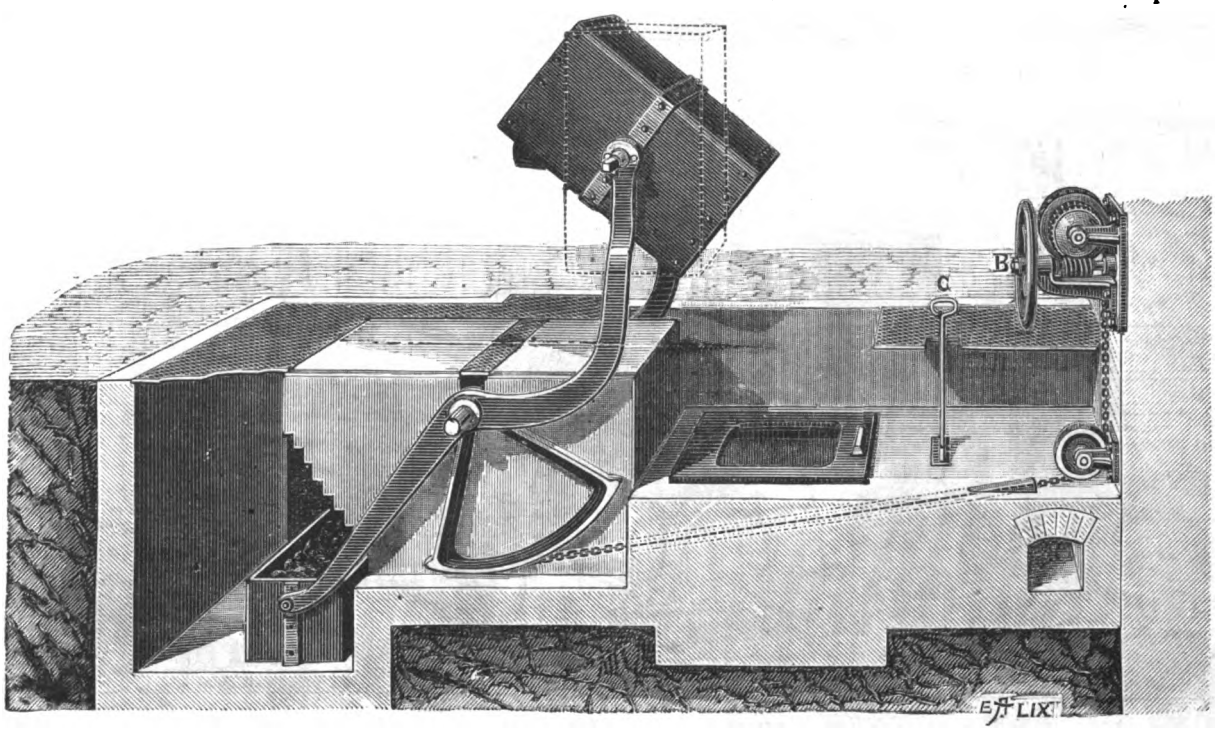


FIG. 1. — Four portatif oscillant pour fonderies, système A. Piat et ses fils.

Digitized by Google

collets des tourillons. L'enveloppe en tôle est doublée par une garniture réfractaire intérieure, reposant sur cornière, qui forme la base du four. Deux forts barreaux ronds, ajustés dans des renflements que porte cette cornière, reçoivent la partie de grille en acier qui porte le fromage et quatre ou six barreaux, suivant les dimensions du four. Ces barreaux sont assez mobiles ; on peut les rapprocher ou les éloigner, afin de faciliter les décrassages et la sortie des scories.

Sur la face avant du four, on a ménagé un orifice en forme de bec, garni d'une pièce en terre réfractaire spéciale, et qui doit servir à la sortie du métal liquide. Le creuset, qui repose inférieurement sur un fromage en plombagine, s'ajuste d'un côté au bec du four et s'appuie, du côté opposé, contre un coin en terre réfractaire, placé contre la paroi du four.

On peut se servir indifféremment de creusets en terre réfractaire ou de creusets en plombagine, cette dernière substance pouvant seule être employée pour les contenances supérieures à 60 kilogrammes.

Le four repose sur une plaque de fonte qui recouvre une chambre à air dans laquelle on envoie, en le réglant par un registre en fonte, le vent d'un ventilateur.

On remarquera que la forme carrée du fourneau permet de réaliser une économie de combustible, puisque le coke se loge dans les coins et que la partie du creuset tangentielle aux parois du four peut en être très rapprochée.

Pour monter un creuset en plombagine, on le pose sur un fromage de hauteur convenable et l'on effectue la jonction du creuset et du bec du four avec un mélange de sable réfractaire et de plombagine. Ce mélange fondra au premier feu et soudera le bec et le creuset. Les fuites qui pourraient se déclarer seraient bouchées facilement avec un peu de ce mélange ou encore avec du verre pilé.

Le creuset étant mis en place, on allume un feu avec du charbon de bois et un peu de coke, sans dépasser le rouge-cerise, afin de bien le sécher et, lorsqu'il est absolument sec, on commence la fonte en ouvrant progressivement le vent.

Pour charger le coke dans le four, on couvre le creuset à l'aide de l'entonnoir en tôle et l'on verse le coke tout autour à l'aide d'un panier ayant, autant que possible, la contenance nécessaire.

Jusque-là, ce four, tel que nous venons de le décrire, réalise un avantage sérieux sur les anciens « potagers », mais l'on comprend, jusqu'à un certain point, que, tel quel, il n'ait pas été adopté universellement par les fondeurs, car, d'une part, la fusion se faisait encore trop lentement et, d'autre part, l'emploi de la grue pour les manœuvres était assez gênant.

M. A. Piat a complété et perfectionné son appareil par l'emploi d'une *rehausse* et d'un système de levage évitant la grue. La rehausse est une espèce de creuset, percé d'un trou au centre de son fond, et que l'on dispose au-dessus du véritable creuset. Des ouvertures sont disposées sur son pourtour à une hauteur convenable. A la partie supérieure, deux trous sont percés dans les parois et servent, au moyen d'un ringard, à enlever la rehausse ou à la poser sur le four.

Le métal à fondre n'est plus introduit directement dans le creuset, mais dans cette rehausse.

Aussitôt qu'on a donné le vent, les flammes viennent passer avec force par les ouvertures ménagées sur le pourtour de la rehausse, lèchent *directement* le métal, le chauffent et le fondent rapidement. Il coule alors dans le creuset, dont la mission se borne à le recevoir et à l'entretenir à l'état de fusion.

Lorsqu'on emploie la rehausse, la charge primitive de coke suffit toujours pour fondre la quantité de bronze que peut contenir le creuset.

On envoie le vent sous une pression de 12 à 18 centimètres d'eau.

Avec ce système, on arrive, d'après le constructeur, à fondre *100 kilogr.* de bronze en *15 à 16 minutes*, avec une consommation de coke qui, en marche normale, ne dépasse pas *15* %. C'est un résultat remarquable qui n'avait pas encore été obtenu, et qui permet de couler deux ou trois fois la contenance du creuset dans une poche avant que le métal se soit refroidi.

Si l'on emploie plusieurs fours de 300 kilogr., l'on voit donc que l'on peut couler des pièces d'un poids relativement considérable.

Quand la fusion est terminée, on enlève la rehausse, on s'assure qu'il n'y a pas de fissures entre le creuset et le bec, et, s'il y en a, on les bouche, on arrête le vent, on nettoie le bec avec un soufflet, on écume le dessus du bain et l'on procède à la coulée.

Quant au moyen employé pour effectuer la coulée du métal, c'est un appareil spécial, manœuvré facilement par un homme et grâce auquel l'oscillation se fait à une hauteur du sol convenable pour que la verse dans la poche s'effectue facilement.

Après chaque fonte, avant de recharger le coke, on a soin de ringarder dans les coins pour faire descendre le vieux coke et tomber les cendres. Toutes les deux ou trois fontes, on nettoie complètement le feu en faisant osciller le four sur ses tourillons et écartant successivement tous les barreaux avec un ringard pour faire tomber les scories, ce qui se fait sans la moindre fatigue de la part de l'ouvrier et sans perte de combustible.

En résumé, ces fours portatifs oscillants présentent une série d'avantages sur les anciens fours potagers.

Au point de vue de l'hygiène et de la sécurité du travail, l'ouvrier se trouve placé dans des conditions bien préférables, soit en ce qui concerne le rayonnement direct de la flamme, soit à l'égard des brûlures provenant surtout de la rupture du creuset, du ringardage, et, au point de vue économique, la consommation de combustible est de beaucoup inférieure à ce qu'elle est avec les anciens fours; la rapidité de la fusion est beaucoup plus grande et la qualité du métal n'est nullement altérée. Les déchets sont moins nombreux. On peut, avec ces appareils, couler de grosses pièces sans avoir besoin de recourir au four à réverbère. Il y a, enfin, une réelle économie de main-d'œuvre.

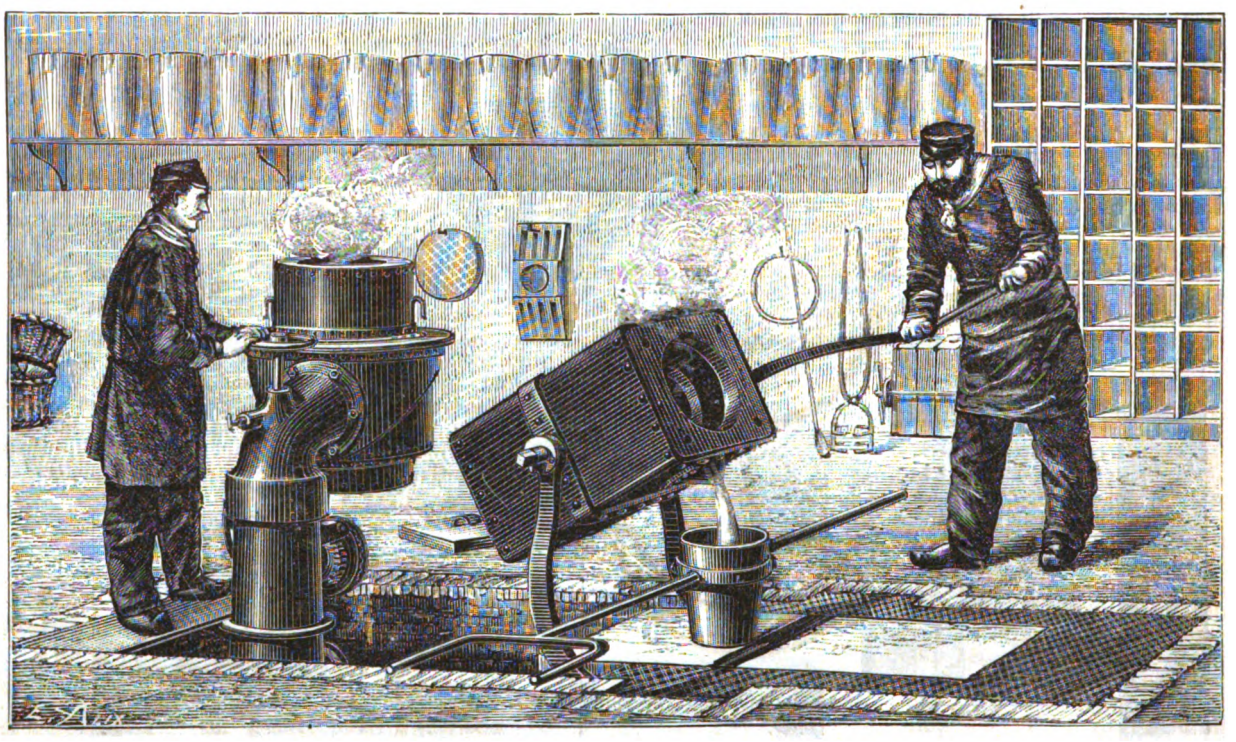


Fig. 2. — Cubilot-creuset système A. Piat et ses fils.

Cubilot-creuset. — Le fourneau que nous venons de décrire est destiné à la fusion du cuivre et de ses alliages. On peut l'employer également à la fusion de la fonte de fer et de la fonte malléable en le combinant avec un petit cubilot spécial. L'appareil prend alors le nom de *cubilot-creuset* qui est un véritable cubilot de laboratoire, permettant d'obtenir des coulées de fonte d'une qualité absolument définie, ce dont on n'est jamais sûr avec les grands cubilots, et, de plus, des fontes d'une qualité supérieure, le métal ne subissant que fort peu de temps le contact, toujours nuisible, du coke.

Le four proprement dit reste le même, l'appareil de levage également; mais il est surmonté, comme l'indique la figure 2, d'un cubilot de petites dimensions muni d'une soufflerie Voisin et dont le fond est percé d'un trou. Ce cubilot est porté par une colonne creuse, qui sert de conduite de vent et autour de laquelle il peut pivoter, une fois que la coulée est terminée. Une vis permet de soulever légèrement le cubilot au-dessus du four, pour faciliter sa rotation. Quant à l'introduction du vent, on peut la régler à volonté au moyen d'un robinet.

On souffle en même temps dans le cubilot et sous le four portatif;

Digitized by Google

au bout de 10 minutes environ, lorsque le fond du premier est bien chaud, on charge la fonte dans ce cubilot, en alternant avec le coke, comme dans les grands appareils du même type.

Si l'on opère sur des fontes siliceuses chaudes, on peut couler directement le métal dans une poche préalablement chauffée et garnie avec une forte épaisseur de terre. On évite ainsi la dépense du chauffage du creuset et l'usure de celui-ci.

La dépense de coke est alors de 16 %; c'est à peu près la quantité normale consommée dans les grands cubilots, allumage compris.

Mais si l'on opère sur des fontes aciéreuses, il est nécessaire, pour avoir une fonte bien chaude et bien fluide, de laisser tomber le métal dans le creuset et alors la consommation de coke varie de 30 à 40 %. On peut fondre 100 kilogr. de fonte aciéreuse en 30 minutes.

Le four oscillant portatif et le cubilot-creuset de M. A. Piat sont appelés à rendre de réels services à la fonderie qui a déjà su les apprécier, du reste, car plus de 200 fours fonctionnent depuis l'Exposition de 1889 tant en France qu'en Allemagne, en Italie, en Angleterre; leur usage a commencé à se répandre d'une manière générale dans cette industrie, et il est probable qu'il y prendra une grande extension lorsque les industriels se seront rendu compte des avantages sérieux que ces appareils leur présentent, à tous les points de vue.

Henri MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

FABRICATION DES CYCLES

(Suite et fin[1].)

Roues. — Les roues des cycles modernes sont entièrement métalliques, à l'exception toutefois du cercle de roulement qui est en caoutchouc.

Une roue se compose de quatre parties: le moyeu, les rayons, la jante et le bandage en caoutchouc.

Les moyeux se font en bronze ou en acier.

Les rayons sont constitués par de minces fils d'acier étirés à froid et possédant une résistance pouvant atteindre jusqu'à la charge énorme de 125 kilogr. par millimètre carré de section.

Ils sont fixés d'une part au moyeu, de l'autre à la jante, qui affecte généralement une forme en ∪, soit pleine (fig. 8), soit creuse (fig. 9 et 10); dans ce dernier cas, elle est formée par un tube de très mince épaisseur étiré à froid et du profil nécessaire pour recevoir le bandage en caoutchouc.

Fig. 8. — Jante pleine pour caoutchouc creux 32 m/m.

Fig. 9. — Jante creuse pour caoutchouc creux 32 m/m.

Fig. 10. — Jante creuse pour pneumatique.

Rayons. — Jusqu'à ces temps derniers, tous les fabricants de vélocipèdes étaient tributaires des Anglais pour les rayons, comme de beaucoup d'autres accessoires entrant dans la vélocipédie.

Les rayons travaillent dans des conditions de fatigue variant avec chacun d'eux. Un spécialiste bien connu, M. Jonte, Ingénieur, ancien directeur, à Paris, des Forges de Franche-Comté, qui s'est spécialement occupé des fils pour les ponts suspendus, la télégraphie, a déterminé exactement le travail des rayons, qui, à aucun moment, ne dépasse 15 kilogr. par millimètre carré de section.

En leur donnant une résistance de 75 kilogr. avec un acier mi-dur, suffisamment élastique, M. Jonte assurait toutes les conditions de résistance des fils non seulement à la traction, mais encore à la flexion, au pliage et à la torsion.

Les procédés employés pour obtenir cette qualité de fils permettaient, de plus, à M. Jonte, de dresser mécaniquement les fers et aciers en barre employés pour les axes, tiges de freins et autres accessoires, qu'on n'obtenait autrefois que par le tournage.

Les roues sont divisées en deux catégories bien distinctes, les roues à rayons directs, et les roues à rayons tangents.

Dans les premières, les rayons sont filetés et vissés fortement dans le moyeu, qui, à cet effet, est en bronze, ce qui permet d'obtenir une tension énergique des rayons sans crainte de rupture de la partie filetée.

L'autre extrémité des rayons est formée par une tête conique qui vient reposer dans une fraisure pratiquée à l'intérieur de la jante.

L'extrémité filetée du rayon est d'un diamètre légèrement supérieur à celui de la tige, pour que l'opération du filetage n'affaiblisse pas ce point, qui est celui qui supporte la plus grande fatigue. La tête est renforcée au même diamètre, de façon que le rayon puisse passer par le trou percé dans la jante pour venir se visser dans le moyeu.

Le vissage et la tension des rayons n'offrent rien de particulier; pour y arriver, on se sert d'un petit outil nommé serre-rayons (fig. 11), qui n'est autre qu'un petit étau à main de forme spéciale.

Dans la roue à rayons tangents, les rayons, au lieu de se diriger de la circonférence au centre de la roue, se dirigent, comme le nom l'indique du reste, tangentiellement à la joue du moyeu; ils sont parallèles deux à deux, et dirigés la moitié dans un sens, l'autre moitié dans l'autre.

Le moyeu est entièrement en acier forgé d'une seule pièce; les joues sont très minces et constituent deux plateaux dont les bords sont percés d'une série de petits trous destinés à recevoir les têtes des rayons qui, à cet effet, sont renforcées et coudées d'équerre.

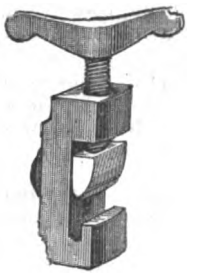


Fig. 11. — Serre-rayons.

La tension s'opère au moyen d'un petit écrou reposant à l'intérieur de la jante et dans lequel se visse le rayon.

Pour les jantes creuses et plus spécialement pour les bandages pneumatiques, M. Clément emploie un petit écrou spécial qu'il vient de faire breveter récemment. Cet écrou (fig. 12) est d'une extrême commodité, car il permet d'opérer la tension d'un rayon ou son remplacement en cas d'accident, sans qu'il soit besoin pour cela d'enlever préalablement le bandage en caoutchouc, ce qui est impossible avec tout autre système de rayon et d'écrou.

Le cintrage des jantes s'opère de la façon ordinaire au moyen d'une machine à cintrer munie de rouleaux portant des cannelures appropriées au profil des diverses formes et dimensions de jantes.

Les deux extrémités sont amincies en sifflet, réunies au moyen d'une légère rivure, puis soigneusement brasées.

Le point où s'est opérée la brasure est ensuite limé de façon à faire disparaître toute aspérité et à rendre le profil rigoureusement exact.

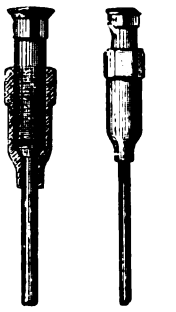


Fig. 12. — Écrou de tension « Clément ».

Ce procédé est celui généralement employé presque partout. Il en est un autre, tout nouveau, et basé sur l'emploi de l'électricité, dont il est maintenant fait usage dans les ateliers de la maison Clément. C'est la maison Thomson Ouston, de Boston, qui a résolu ce difficile problème.

Les deux parties à souder sont rapprochées bout à bout et maintenues au moyen de contre-poids bien réglés; une pièce de forme leur sert d'assise, Un commutateur permet de produire une chaleur d'intensité variable et de porter au blanc soudant les parties à souder. Un marteau mû par excentrique aplatit ensuite le léger bourrelet produit par cette soudure.

Les jantes sont ensuite calibrées et mises bien au rond sur une forme conique en fonte; elles sont de plus parfaitement dressées sur le marbre, de façon à obtenir des cercles mathématiquement ronds et absolument plans.

Une machine encore très intéressante dans cette fabrication est la machine à percer, qui permet de percer simultanément deux trous, en leur donnant l'inclinaison nécessaire pour que le rayon ait exactement la direction nécessaire pour aboutir au moyeu.

Cette machine (fig. 13) se compose d'une poupée portant d'un côté un plateau diviseur, et de l'autre un second plateau muni à sa circonférence d'une série de douilles dans lesquelles peuvent coulisser des bras terminés par une fourchette destinée à recevoir des jantes de tous profils.

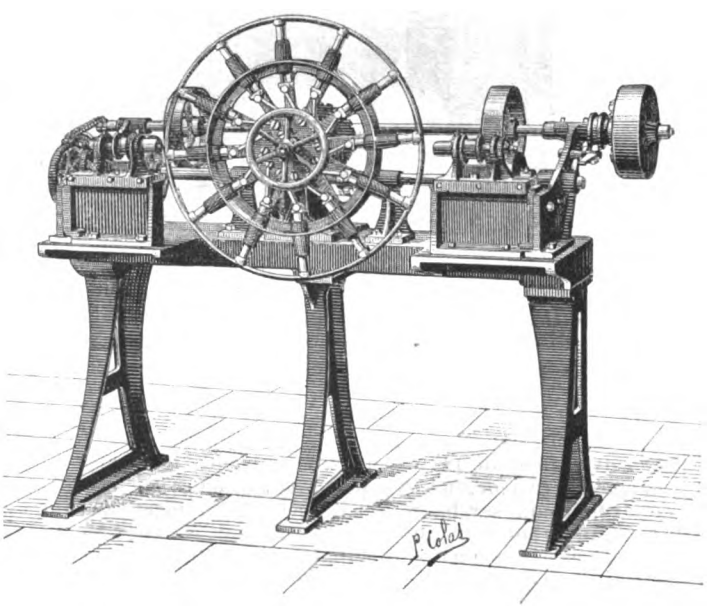


Fig. 13. — Machine à percer automatiquement les jantes.

Ces bras sont reliés au centre par des leviers articulés qui les font mouvoir dans leur douille; ces leviers étant reliés à un petit volant central, il suffit d'actionner ce dernier pour faire sortir tous les bras exactement de la même quantité et par conséquent pour centrer d'une façon parfaite la jante que l'on désire percer, quel que soit son diamètre, tout en la maintenant fortement fixée.

Tout cet ensemble peut prendre une direction oblique par rapport au bâti, de façon à pouvoir régler l'inclinaison nécessaire pour les rayons.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 25, p. 401.

Digitized by Google

Sur le bâti de la machine et perpendiculairement à l'axe de la poupée centrale, sont montées deux autres petites poupées pouvant recevoir chacune un foret.

Ces poupées peuvent se déplacer parallèlement à leur axe suivant le diamètre de la jante, et perpendiculairement pour pouvoir correspondre exactement à l'inclinaison réglée par la poupée centrale.

Il suffit ensuite de faire tourner la jante et son plateau, conformément aux divisions du petit plateau pour obtenir rigoureusement le nombre de trous nécessaire.

Cette machine, créée et brevetée par la maison Clément, fonctionne avec exactitude et une régularité parfaite, de même que la machine à percer les moyeux reposant sur les mêmes principes et qui fait également l'objet d'un brevet pris par M. Clément.

Caoutchouc. — La roue se complète par un bandage en caoutchouc qui affecte des dimensions et des formes diverses, que nous allons décrire succinctement.

FIG. 14.
Caoutchouc plein 19 m/m.

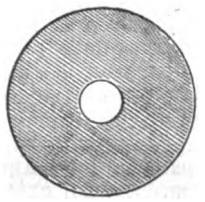


FIG. 15.
Caoutchouc creux 28 m/m.

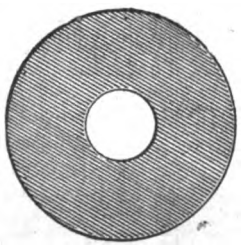


FIG. 16.

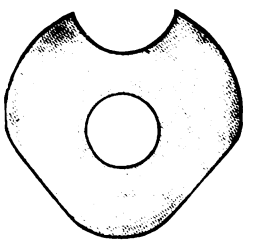


FIG. 17.

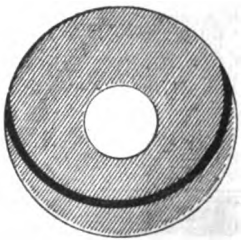


FIG. 18.

FIG. 16, 17, 18. — Caoutchoucs creux de 32 millimètres.

La maison Clément a adopté les types de bandages dont nous donnons ci-dessous les sections. Le plus petit, qui est plein (fig. 14), a 19 millimètres de diamètre. Les creux (fig. 15, 16, 17, 18) ont 28 millimètres et 32 millimètres de diamètre, avec un trou de 8 à 10 millimètres.

Quant au pneumatique Dunlop, il fera l'objet d'une description spéciale.

Le caoutchouc est également employé en vélocipédie pour les pédales et repose-pieds. Les principales maisons fournissant ces articles sont Hutchinson, India-Rubber C° et Menier.

Roulements. — Les roulements constituent certainement la partie la plus délicate d'une machine, on peut même dire la partie vitale, et c'est à juste titre que tous les constructeurs soigneux ont concentré tous leurs efforts sur cette importante question. L'adoption à tous les

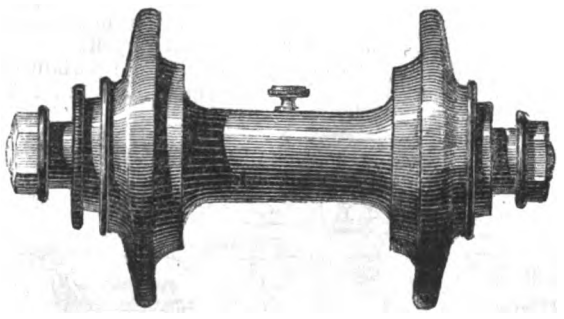


FIG. 19. — Moyeu à billes de petite roue. — tion.

roulements, de coussinets à billes a fait faire au vélocipède un pas énorme en avant, mais c'est surtout à l'excellente qualité des ma-

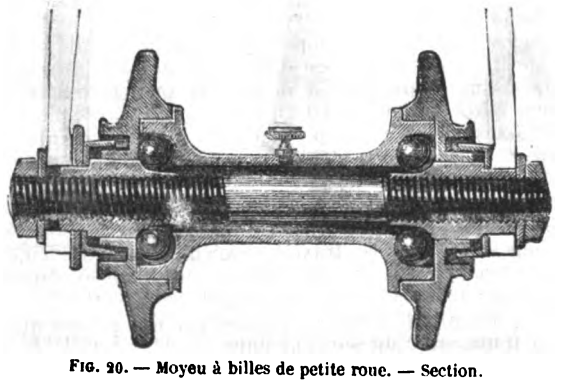


FIG. 20. — Moyeu à billes de petite roue. — Section.

tières employées et au fini absolument mathématique des plus petits détails, que nous devons d'assister aujourd'hui au si merveilleux essor de la Reine Bicyclette.

Pour bien faire comprendre les dispositions généralement adoptées et en décrire les diverses parties, nous donnons ci-dessus (fig. 19 et 20) l'élévation et la coupe d'un moyeu d'une roue directrice. Le moyeu proprement dit est formé de deux parties, le corps et les joues. Le corps est en acier doux; il est percé de part en part pour le passage de l'axe et porte à chacune de ses extrémités un évasement nommé cuvette, destiné à servir de logement aux billes. Pour obtenir le maximum de dureté et de solidité, l'intérieur des cuvettes est cémenté sur une épaisseur d'un millimètre environ et trempé dans toute sa force, le reste du corps étant préparé pour ne pas prendre la trempe.

Ce résultat s'obtient de la façon suivante : dans le corps brut de forge, on creuse d'abord les deux cuvettes; ce travail s'opère avec une exactitude absolument rigoureuse en fixant la pièce sur une poupée spéciale pouvant pivoter sur son axe, et présenter successivement les deux cuvettes en face de l'outil qui doit les creuser. On procède ensuite à la cémentation, qui pénètre uniformément partout de la même épaisseur, puis on finit le corps du moyeu en le perçant et en le tournant extérieurement pour lui donner sa forme et ses dimensions définitives. Il ne reste donc plus que la surface intérieure des cuvettes qui conserve sa cémentation, et il est dès lors facile d'obtenir une trempe de la plus grande dureté, pour ainsi dire inusable, sans crainte de rupture, puisque le reste du corps du moyeu est constitué par de l'acier doux ne prenant pas la trempe.

Dans les machines bon marché, dont le moyeu est en bronze, et pour que le roulement des billes puisse s'opérer utilement, on emploie des cuvettes en acier doux cémenté (fig. 21) que l'on rapporte de chaque côté du moyeu dans des logements pratiqués à cet effet. Ce même système de cuvettes rapportées s'emploie également pour le

FIG. 21.
Cuvette à bille.

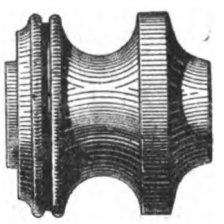


FIG. 22.
Cône de réglage moleté.

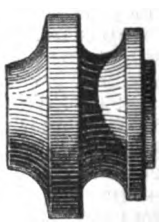


FIG. 23.
Cône de réglage fixe.

mouvement des manivelles; la fixation de ces cuvettes s'opère bien entendu à la presse hydraulique.

Les moyeux pour rayons tangents sont en acier doux forgé d'une seule pièce avec cuvettes creusées dans la masse, cémentées et trempées d'après le procédé que nous avons décrit plus haut.

L'extérieur de ces divers moyeux est tourné avec la plus grande précision, au moyen d'une machine à reproduire des plus ingénieuses, spécialement imaginée dans ce but par M. Clément.

Dans les roues avant et arrière l'axe est fixe, il n'est mobile que pour les manivelles et pour les roues arrière du tricycle.

Il est formé par une tige d'acier très dur, dont les deux extrémités sont filetées et reçoivent deux cônes (fig. 22 et 23) en acier doux cémenté, qui viennent s'appuyer sur les billes reposant dans les cuvettes et constituent ainsi ce que l'on a appelé « les roulements ». L'un de ces cônes est fixe, l'autre est mobile, et en le serrant plus ou moins, on obtient facilement un réglage parfait. Les axes sont tournés sur des tours spéciaux qui font en même temps le filetage; ces tours ont ceci de remarquable, que non seulement ils portent une butée mobile pouvant limiter la longueur du filetage, en produisant le déclenchement automatique du chariot porte-outil, mais qu'encore ce chariot est en même temps vivement retiré en arrière pour dégager entièrement l'outil des filets de l'axe.

C'est M. Barriquand qui a fabriqué cette machine sur les indications de M. Clément. C'est la seule maison française de constructions mécaniques qui possède un outillage pouvant supporter hardiment la comparaison avec les meilleures machines anglaises et américaines construites dans le même but.

Les cônes sont pris dans une barre d'acier, ils sont entièrement finis sur un tour à révolver de construction américaine dont la tourelle est fixée sur un chariot mobile seulement dans le sens de l'axe du tour, et qui produit un travail d'une précision des plus remarquables. Ce tour est muni de leviers permettant de changer instantanément de vitesse, d'embrayer, débrayer, etc.; il possède en outre un avancement automatique de la barre à travailler, qui s'arrête d'elle-même et se fixe, lorsqu'elle est arrivée à la longueur nécessaire.

Quand les cônes sortent du tour, il ne reste plus absolument qu'à les cémenter et à les tremper.

Les cônes et les cuvettes, sous l'action de la trempe, peuvent prendre une déformation plus ou moins grande, mais qui généralement est peu appréciable; aussi toutes les parties devant se trouver en contact avec les billes sont soigneusement rectifiées après la trempe.

Digitized by Google

Cette opération est très coûteuse, mais elle est indispensable. Elle est la constatation une fois de plus des grands soins apportés à la fabrication.

C'est en prenant les plus minutieuses précautions que M. Clément parvient à obtenir des roulements aussi parfaits pouvant avantageusement rivaliser avec les meilleures marques anglaises.

Quoique les billes soient encore exclusivement fabriquées à l'étranger (1), nous n'en dirons pas moins un mot.

Les billes sont d'abord forgées dans une barre d'acier, soit au moyen d'étampes, soit au moyen de machines à forger spéciales ; il reste généralement deux petites pointes situées aux extrémités d'un même diamètre, et qui constituent la bavure ; cette bavure est soigneusement enlevée par la meule d'émeri.

Ensuite, on trempe les billes avec la plus grande dureté et on les met entre deux plateaux en acier portant une série de rainures garnies de poudre d'émeri. En faisant tourner ces plateaux en sens inverse, les billes se polissent, se calibrent et deviennent mathématiquement sphériques.

Il faut néanmoins opérer un triage de façon que les billes employées dans un même coussinet n'aient pas des différences de diamètre de plus de $^1/_{50}$ de millimètre.

Les roulements de l'axe des manivelles, des pédales et de la douille de direction étant basés sur le même principe que ceux des moyeux, nous n'en ferons pas de description spéciale.

Fig. 24. — Ateliers de perçage, tournage, fraisage de la Maison Clément, à Paris.

Transmission de mouvement. — La transmission dans le grand bicycle se fait directement ; l'axe de la roue avant, qui est la roue motrice, se solidarise avec le moyeu et roule dans deux coussinets isolés (fig. 25, 26 et 27) fixés à l'extrémité de la fourche portant le gouvernail, car la roue avant est en même temps motrice et directrice.

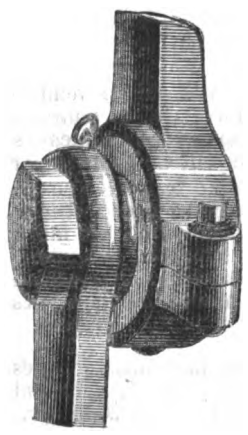


Fig. 25. — Élévation.

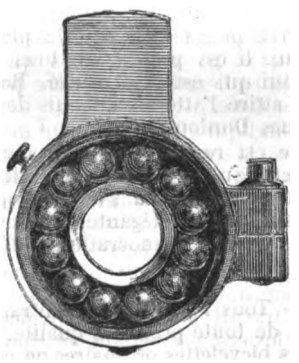


Fig. 26. — Section de face.

27. — Section de côté.

Coussinets à billes de roue motrice.

Des manivelles solidement clavetées sur l'axe et munies à leur extrémité de pédales que viennent actionner les pieds du cavalier, constituent les organes de transmission de mouvement qui, on le voit, sont dans ce cas réduits à leur plus simple expression.

C'est en effet la qualité primordiale du bicycle, mais, malheureusement, son apprentissage est long et difficile ; c'est une monture qui ne peut être abordée que par des cavaliers habiles et expérimentés.

La bicyclette, au contraire, est plus accessible, et mieux à la portée de tous.

Dans la bicyclette et dans le tricycle, la transmission s'opère de différentes manières, mais plus généralement au moyen d'une chaîne de forme spéciale dérivée de la chaîne Galle ; c'est du reste le seul mode de transmission que nous envisagerons ici.

Dans ces deux types de cycle, les roues d'avant sont directrices, celles d'arrière sont motrices, et l'axe portant les manivelles est fixé sur le bâti de la machine, entre les deux roues ; il est muni d'une roue dentée qui, au moyen de la chaîne, actionne une autre roue dentée fixée sur le moyeu de la roue arrière pour la bicyclette, et sur l'axe des roues arrière pour le tricycle.

Les roues étant de faible diamètre en comparaison de celles du bicycle, on obtient un développement équivalent par tour de pédale en donnant à la roue des manivelles un bien plus grand nombre de dents qu'au pignon de la roue arrière, généralement le double.

Ces deux engrenages sont estampés en acier doux ; ils sont d'abord tournés et alésés, puis les dents sont fraisées avec la plus grande précision sur la machine à diviser. Le pignon arrière subissant une bien plus grande usure que le grand, est cémenté et trempé. Il est fixé sur le moyeu par un filetage et est maintenu par un contre-écrou vissé en sens inverse ; de cette façon, le remplacement du pignon est chose des plus faciles.

La manivelle, également en acier forgé, est entièrement finie sur une machine à outils multiples (fig. 28) qui la perce, la redresse et la fraise en tous sens. Tout ce travail s'exécute très rapidement et avec une exactitude parfaite, les opérations se succédant et s'appuyant l'une sur l'autre.

De plus, tous les profils sont déterminés par un gabarit que suit exactement la fraise sur tout son parcours.

La chaîne est l'organe le plus important de la transmission, et sa construction exige les plus grands soins. Il en existe différents modèles, mais il n'y en a que deux qui soient employés couramment : la chaîne à maillons pleins, et la chaîne à galets.

La chaîne à maillons pleins est formée, comme son nom l'indique, par une série de maillons réunis par des flasques en tôle mince, et laissant entre eux l'espace nécessaire pour recevoir une dent de la roue.

De petits axes rivés sur les flasques et traversant le maillon plein, constituent l'articulation des différentes parties de la chaîne.

Les maillons sont en acier, ils sont étirés à froid suivant un profil en forme de 8, puis découpés à la scie dans la barre ainsi étirée, de

(1) La maison Clément étudie actuellement une machine entièrement nouvelle pour probablement fabriquer des billes d'après des principes absolument inédits. Nous aurons du reste l'occasion de revenir sur cet intéressant sujet.

Digitized by Google

façon à avoir une épaisseur égale à la largeur des dents des roues.

Chaque partie renflée du maillon est ensuite percée de part en part d'un trou pour le passage de l'axe ; les deux trous sont percés en même temps sur une machine à deux outils dont l'écartement est rigoureusement constant. Les flasques sont découpées dans des bandes de tôle d'acier au moyen d'un découpoir muni de plusieurs outils qui les terminent entièrement d'un seul coup.

Les petits axes sont légèrement épaulés à leur extrémité, de façon que l'écartement de la chaîne soit bien régulier et que le maillon puisse jouer bien librement et sans jeu entre ses deux flasques.

Quand la chaîne est entièrement montée et que tous les maillons sont rivés, on la monte sur deux engrenages pouvant prendre un

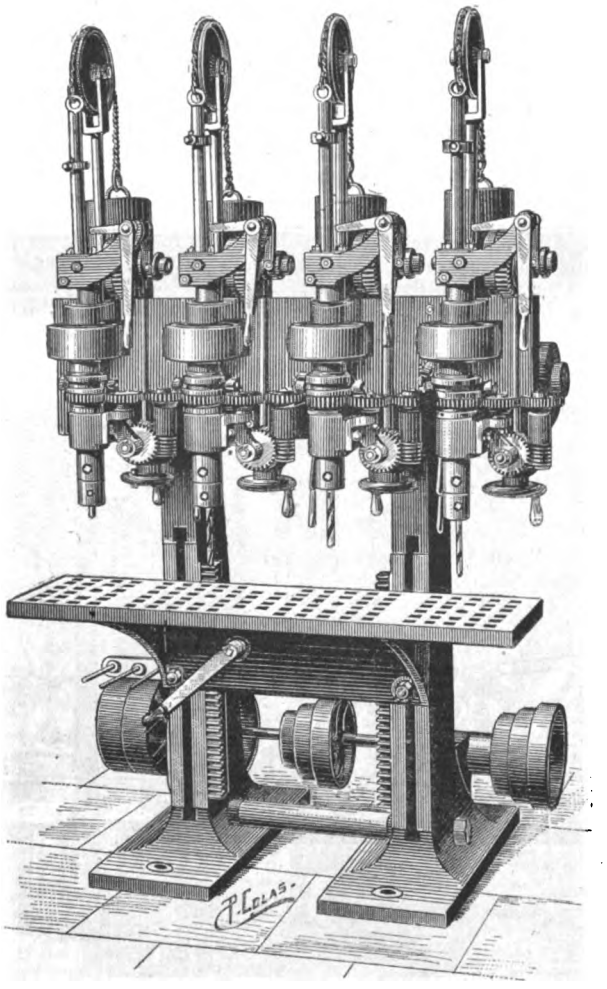


FIG. 28. — Machine à percer verticale à quatre forets.

écartement variable au moyen d'un tendeur, et qui sont mis en mouvement de façon à opérer un rodage de toutes les articulations ; on évite ainsi l'allongement qui ne manque pas de se produire dans la chaîne si l'on n'a pas le soin de prendre cette précaution.

Dans la chaîne à galets, la construction est identique, avec cette différence que le maillon plein est remplacé par un galet en acier trempé.

Avec l'emploi de la chaîne à galets, la forme des dents diffère sensiblement de celle employée pour la chaîne à maillons pleins : les premières sont arrondies pour faciliter le roulement du galet, les secondes sont angulaires pour pouvoir pénétrer plus facilement entre les maillons.

Les pédales n'offrent rien de particulier ; elles sont montées sur un axe fixé d'équerre sur la manivelle, et sont également munies de roulements à billes.

Toutes les parties de la bicyclette étant terminées, on les polit avec le plus grand soin pour les nickeler ou les vernir suivant les cas, puis on procède au montage définitif, qui doit être exécuté avec la dernière perfection. Les roues doivent être parfaitement dans le même plan, les axes bien parallèles entre eux, et il est surtout très important que les deux engrenages soient absolument dans le même plan pour que le fonctionnement de la chaîne se fasse bien régulièrement et que la traction ne s'opère pas obliquement.

Ne quittons pas les organes du mouvement sans signaler le concours que l'industrie du décolletage lui a apporté ainsi qu'à toutes les pièces dites de révolution entrant dans la vélocipédie. Nous reviendrons plus tard sur cette branche intéressante d'industrie du décolletage si peu connue et qui rend des services si signalés à la construction en général. MM. Mettetal et Cie, à Paris, ont monté une usine modèle pour la vélocipédie et l'électricité que nous aurons à décrire sous peu.

Le pneumatique Dunlop avec valve (modèle 1892). — L'idée de faire rouler un vélocipède sur un matelas d'air est venue en 1888 à un vétérinaire irlandais du nom de Dunlop. Tous les amateurs de vélocipédie lui sauront gré d'avoir songé à cette idée et de l'avoir rendue pratique en créant de toutes pièces le caoutchouc qui porte son nom et qui reste le maître incontesté des pneumatiques. Grâce à lui, les chemins sont nivelés et chaque route devient facile comme une piste préparée d'avance. Nous en donnons ici le dessin en coupe (fig. 29) et la légende, qui en rendent la compréhension facile.

Le gonflement du pneumatique s'obtient au moyen d'une valve (fig. 30) en métal qui ne peut se détériorer. La pompe se visse dessus pour le gonflement. Nous ne croyons pas nécessaire

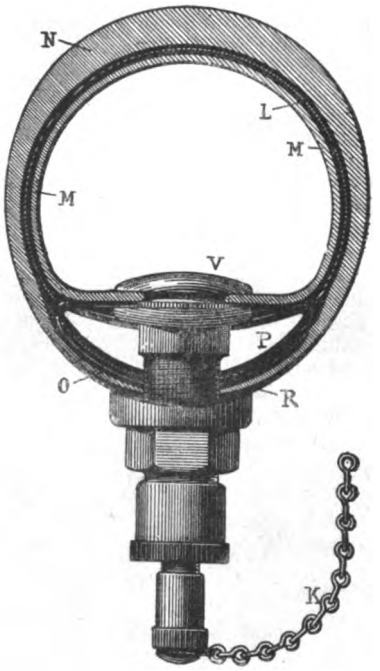


FIG. 29. Coupe du pneumatique Dunlop

LÉGENDE :

L Tube en toile, tissé d'un seul morceau, sans colle ni couture ;

M Chambre à air, bien plus épaisse qu'en 1891 ;

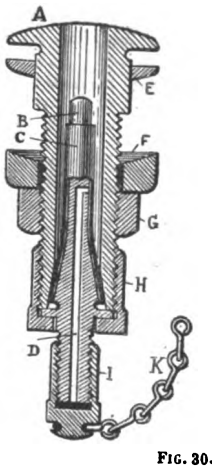
N Enveloppe extérieure roulant sur le sol ;

O Toile entourant la jante d'une bordure en caoutchouc pour protéger la chambre à air ;

P Jante creuse ;

R Toile recouvrant les bords de l'enveloppe extérieure.

de décrire plus amplement le fonctionnement du pneumatique et de la valve. M. Clément a la licence exclusive du Dunlop pour toute la France.



LÉGENDE :

A Tête de tube de valve à l'intérieur de la chambre à air ;
B Bouchon de valve ;
C Caoutchouc fermant la valve par pression ;
D Trou de passage de l'air pour le gonflement ;
E Rondelle formant joint par pression extérieure sur chambre à air ;
F Rondelle de pression contre la jante ;
G Ecrou de serrage de la rondelle F ;
H Ecrou à douille pour maintenir la valve et serrer le caoutchouc ;
I Bouchon vissé pour la fermeture du trou à air ;
K Chaînette maintenue après un rayon. pour empêcher le bouchon de se perdre.

FIG. 30. — Valve brevetée modèle 1892 en métal.

Malgré son prix plus élevé, c'est le pneumatique qui se vend le plus aujourd'hui. Il est préféré de tous les amateurs, et pour les courses c'est celui qui est seul utilisé. Rappelons ici que toutes les courses qui ont attiré l'attention depuis deux ans ont été gagnées par des pneumatiques Dunlop.

La vélocipédie est restée le sport des gens relativement fortunés. Le développement qu'elle prend, en excitant l'émulation des fabricants, et en les obligeant à s'outiller spécialement en vue d'une fabrication aussi solide qu'élégante, amènera peut-être l'an prochain sur le marché le vélo démocratique offrant toutes les garanties exigées.

Aluminium. — Tous les matériaux entrant dans la composition des vélocipèdes sont de toute première qualité, l'acier y joue le principal rôle. Bien que les bicyclettes ordinaires ne pèsent guère que 20 kilogr., on trouve encore ce poids élevé dans beaucoup de cas, notamment pour les machines de course. Aussi a-t-on cherché à utiliser des métaux plus légers tout en étant résistants.

Voilà quatre à cinq ans que M. Clément a introduit progressivement l'aluminium (1) dans beaucoup de pièces accessoires : tendeurs de chaînes, garde-crotte, jantes, etc.

Le prix élevé de ce métal ainsi que la difficulté de le travailler sont

(1) Voir le *Cycle*, du 9 janvier dernier.

Digitized by Google

L[illegible]Y
OF [illegible]
UNIV[illegible]

Digitized by Google

PONT DE FRANÇOIS-JOSEPH SUR LE CANAL DU DANUBE À HEILIGENSTADT (PRÈS VIENNE)

Fig. 1. — Elévation.

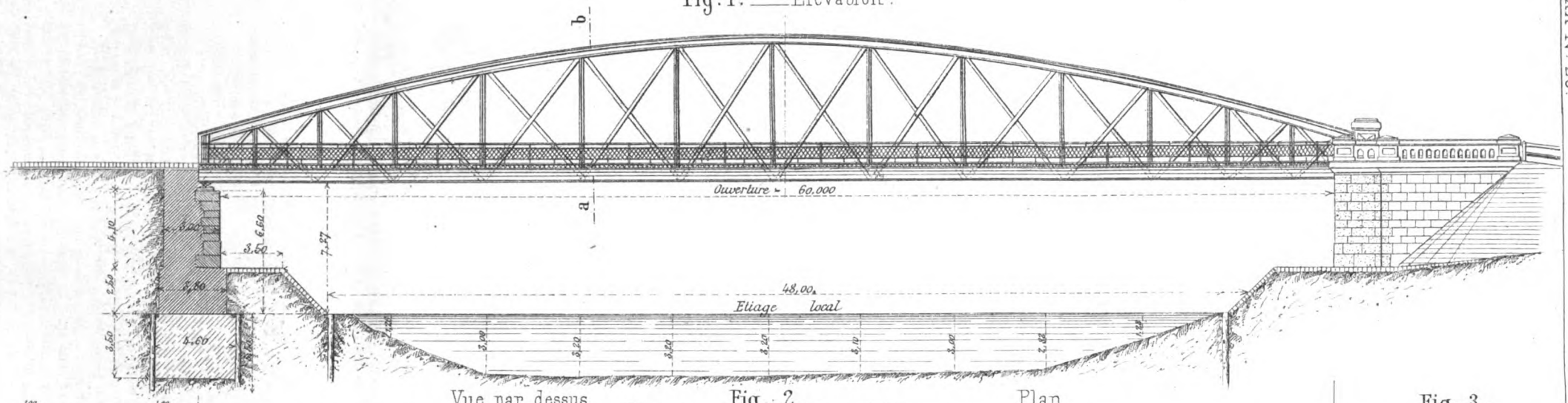


Fig. 2

Fig. 3.
Coupe d'une Culée.

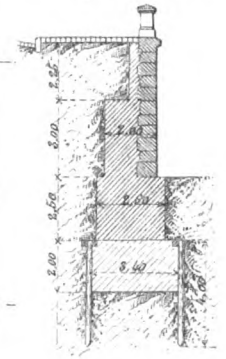
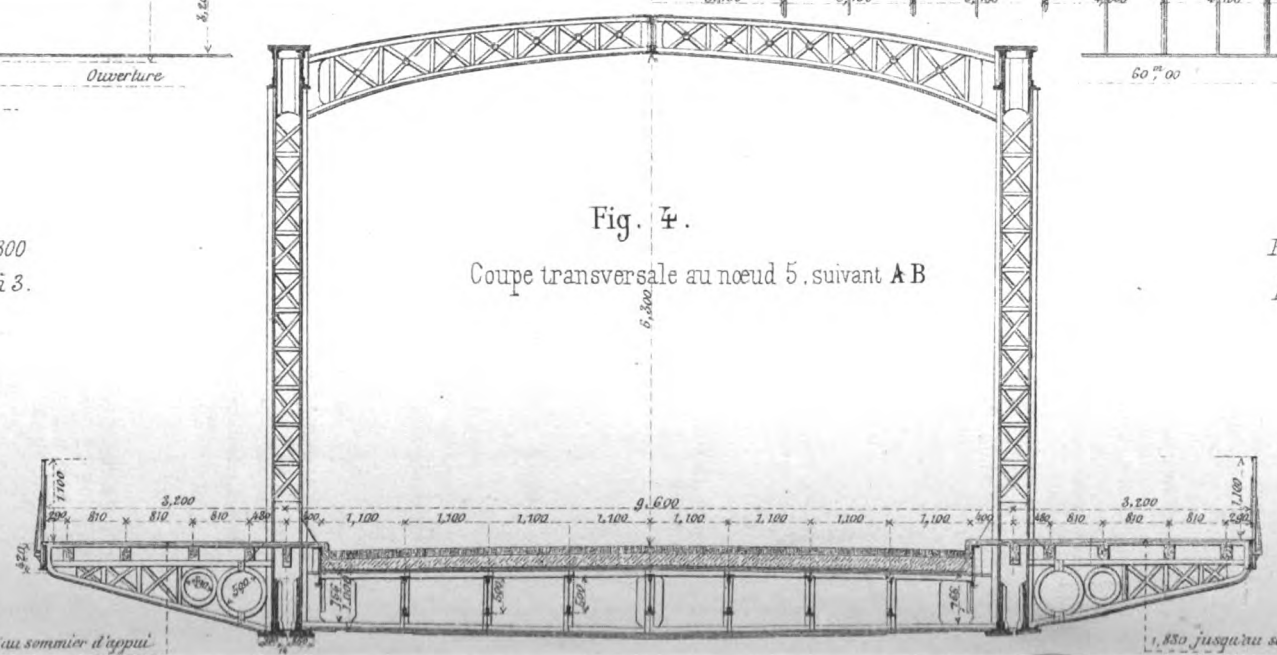


Fig. 4.
Coupe transversale au nœud 5, suivant AB



Echelle de 1/300 pour les Fig. 1 à 3.

Echelle de 1/100 pour la Fig. 4.

Imp. Chaix, 20 rue Bergère, Paris

Digitized by Google

deux obstacles qui vont disparaître (1). Quant aux moyens de l'utiliser, les machines que M. Clément a commandées aux Américains dans ce but donneront bientôt des résultats qui étonneront certainement le monde vélocipédique.

Félix Beaujouan, *Ingénieur civil.* Yves Guédon. *Ingénieur civil.*

TRAVAUX PUBLICS

PONT DE FRANÇOIS-JOSEPH SUR LE CANAL DU DANUBE, à Heiligenstadt, près Vienne.

(Planche XXVII).

Le pont qui relie les deux communes de Heiligenstadt et de Nussdorf avec le deuxième arrondissement de la ville de Vienne (Autriche), a été inauguré au mois d'octobre 1889. Il constitue le neuvième passage sur le canal du Danube qui se détache du bras principal du fleuve, traverse en son entier la capitale autrichienne pour se relier de nouveau avec le Danube, en aval de la ville.

Comme les deux communes en question viennent d'être annexées à la ville de Vienne, cet ouvrage est destiné à combler une lacune importante dans le réseau des routes des faubourgs excentriques de cette ville. Pour tenir compte du trafic très considérable auquel il devra faire face, on lui a donné une largeur de 16 mètres, dont 9m 60 pour la chaussée et 3m 20 pour chaque trottoir.

Le pont (fig. 1 et 2) est placé normalement par rapport au courant du fleuve, et l'ouverture libre est de 60 mètres, tandis que la longueur entre appuis sur culées est de 61m 80.

La fondation de chaque culée (fig. 1 à 3, pl. XXVII) est formée d'un bloc de béton dont la base immergée se trouve à 3m 50 au-dessous de l'étiage du canal et dont le sommet coïncide avec ce niveau; ce bloc est protégé par des pilotis. Les culées sont en moellons, avec revêtements en pierres de taille en granit de Gmünd. Pour la décoration, on a utilisé les murs de parapet, établis de chaque côté du pont, en granit de même provenance.

La construction métallique consiste principalement en deux poutres en treillis à membrure supérieure parabolique, avec montants verticaux et diagonales. La hauteur des poutres est de 2m 74 aux culées et de 8 mètres au milieu de la travée.

Les membrures supérieures sont en forme de caisson; les membrures inférieures sont constituées de deux parties en ⊥ pour permettre l'écoulement des eaux. Entre les deux poutres principales, on a fixé, sur les membrures inférieures, des poutrelles transversales à âme pleine; la membrure supérieure de chacune de ces poutrelles est courbée pour tenir compte du bombement de la chaussée. Entre les poutrelles transversales on a placé, à des distances de 1m 10, des poutres longitudinales, également à âme pleine, de 0m 50 de hauteur. Ces poutres portent le plancher en fer du pont, formé de fers Zorès de 0m 006 d'épaisseur, de 0m 095 de hauteur et 0m 260 de largeur totale. On a coulé sur les fers Zorès du béton, jusqu'à la hauteur de 0m 10 au-dessus du sommet; sur la couche de béton on a établi un pavage en bois de chêne imprégné, de 0m 10 d'épaisseur.

De chaque côté des poutres principales on a disposé, en encorbellement, les trottoirs, qui ont chacun 3m 20 de largeur; le plancher des trottoirs est en bois de 0m 060 d'épaisseur et repose sur des longrines en bois de 0m 200 × 0m 150 d'équarissage, soutenues elles-mêmes par des consoles en treillis disposées suivant les âmes des poutrelles transversales, et servant en outre à supporter les conduites de gaz et d'eau.

Les accotements des trottoirs sont un garde-corps en fer.

Les membrures supérieures des poutres principales sont reliées entre elles aux 5 nœuds par des entretoises transversales (fig. 4, pl. XXVII), et par un contreventement supérieur; le passage libre au-dessous des entretoises est de 6m 30. Dans le plan des membrures inférieures, on a disposé un contreventement inférieur très solide.

Les poutres principales reposent sur les culées par l'intermédiaire d'un support mobile et d'un support fixe, constitués chacun par 7 rouleaux. Ces appuis sont, à l'exception de la plaque de base en fonte, en acier Bessemer.

Le métal employé pour la construction du pont est le fer puddlé provenant des laminoirs de Wittkowitz, en Moravie. Les essais à la traction ont donné une résistance à la rupture de 38 à 40 kilogr. par millimètre carré et un allongement de 20 à 24 % sur 200 millimètres.

Quant au coefficient de résistance du pont, on a prescrit les chiffres suivants :

9 kilogr. par millimètre carré pour les poutres principales; 8 kilogr. par millimètre carré pour les poutrelles transversales, les poutres longitudinales supportant le plancher, et pour les consoles des trottoirs; 10 kilogr. par millimètre carré pour les contreventements; 7 kilogr. pour les rivets, le tout rapporté à la section nette (c'est-à-dire déduction faite des trous de rivets), et en tenant compte de la résistance à la compression longitudinale.

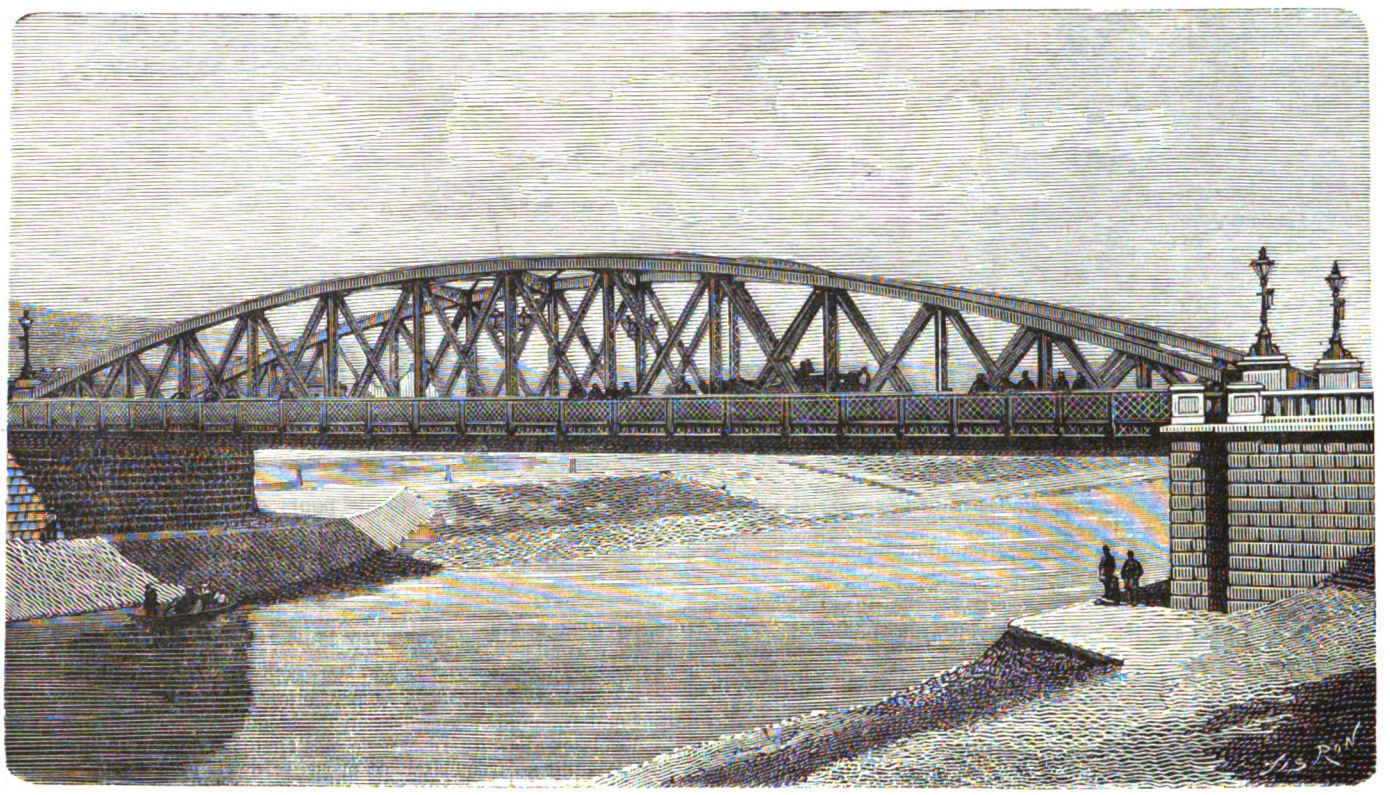


Fig. 1. — Vue générale du pont de François-Joseph sur le canal du Danube, à Heiligenstadt, près Vienne (Autriche).

On voit donc que la méthode surannée suivant laquelle on fait travailler le métal avec un coefficient uniforme a été abandonnée par les Ingénieurs autrichiens.

Pour le calcul du pont on a supposé les données suivantes :

Les poutres principales doivent soutenir la charge totale, représentée par une foule compacte, de 460 kilogr. par mètre carré; les poutrelles transversales et les poutres longitudinales doivent pouvoir résister à la charge d'un chariot de 20 000 kilogr., cette charge étant répartie sur 4 roues exerçant chacune une pression de 5 000 kilogr., et distantes entre elles, deux à deux, dans le sens longitudinal, de 3m 80, et dans le sens vertical de 1m 60. De plus, on a tenu encore compte de l'éventualité pouvant se réaliser plus tard, de la pose d'une voie de tramway sur laquelle circuleront des voitures à vapeur. Pour cette raison, les poutrelles transversales ont été calculées de manière à pouvoir supporter des locomotives à essieux de 18 tonnes de poids de service et d'un empatement de 0m 90.

Le poids total de la partie métallique du pont se décompose de la manière suivante :

Fer puddlé	309.761	kilogr.
Fer Zorès	43.342	—
Acier	5.689	—
Fonte	5.620	—
Plomb	695	—
Total	365.107	kilogr.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 24, p. 389.

Digitized by Google

Les dépenses pour la construction du pont se sont élevées à 172 334 florins autrichiens (environ 370 000 francs) ; cette somme se décompose comme il suit :

Infrastructure	81.057	florins
Construction métallique	80.383	—
Pavage en bois	4.394	—
Echafaudage pour le montage	6.500	—

Dans cette somme on n'a pas compris les frais d'expropriation et le prix des candélabres pour l'éclairage au gaz.

Le montage du pont n'a pas présenté de difficultés spéciales. Les travaux pour le dragage des fondations ont été commencés le 1er octobre 1888 ; le montage de la partie métallique a duré du 19 avril au 16 juin 1889, et l'inauguration solennelle de l'ouvrage a été faite le 4 octobre de la même année.

Les études du pont ont été faites sous la direction de M. Zandra, Ingénieur en chef de la province de l'Autriche inférieure ; le projet de la partie métallique ainsi que l'exécution ont été confiés à M. Ig. Gridl, constructeur de ponts et charpentes métalliques à Vienne.

T. C. H.

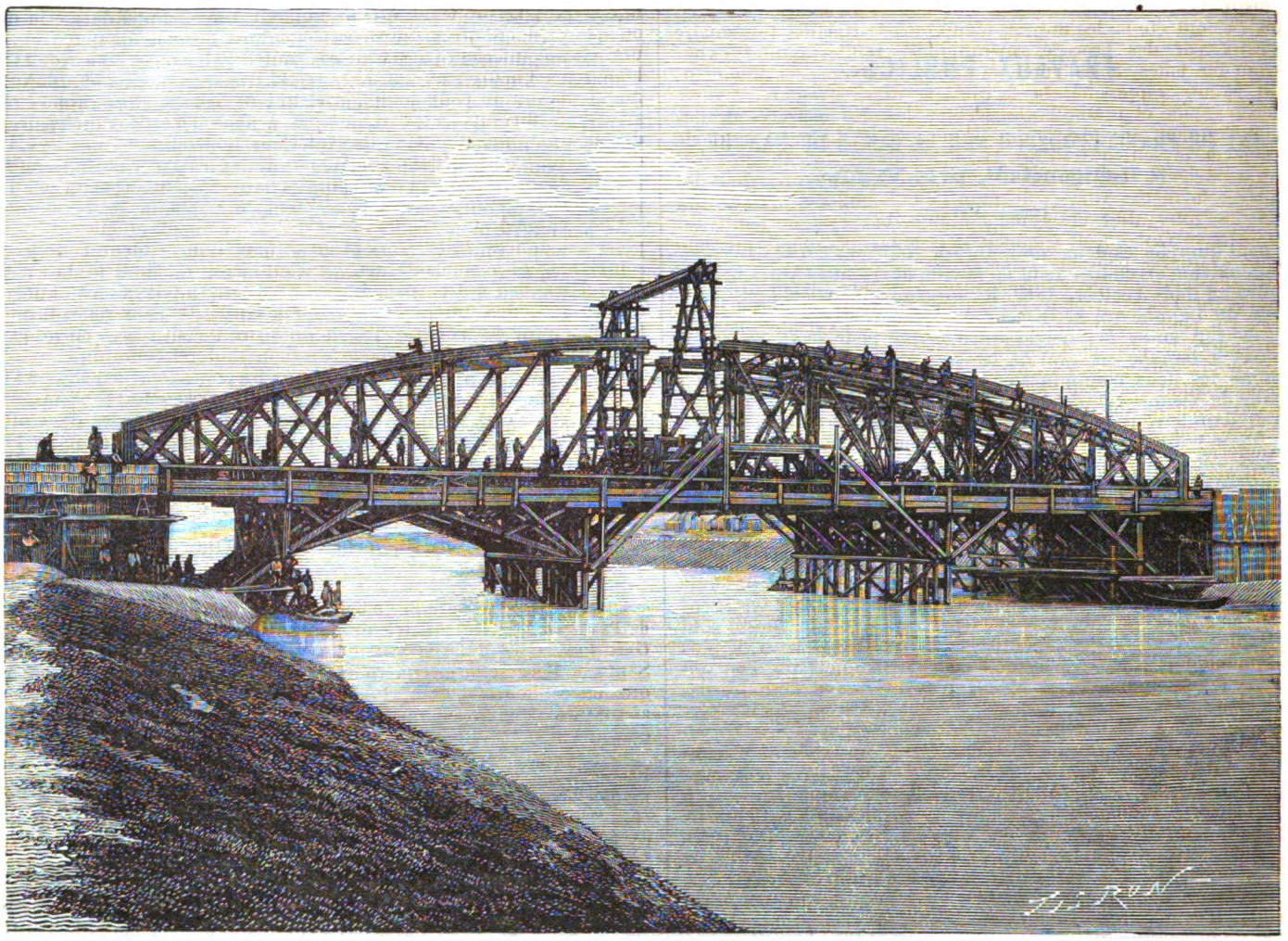


Fig. 1. — Montage du pont de François-Joseph sur le canal du Danube, à Heiligenstadt, près Vienne (Autriche).

LES CANAUX ET LEURS PROGRÈS

Nous avons annoncé l'ouverture, à Paris, au mois de juillet prochain, du cinquième Congrès de navigation intérieure, sous le haut patronage de M. le Président de la République. Les précédents se sont tenus à Bruxelles (1885), Vienne (1886), Francfort-sur-le-Mein (1888) et Manchester (1890). Chacun d'eux a apporté un important contingent au progrès des Travaux publics par l'échange des idées entre les Ingénieurs les plus compétents des différents pays et la communication largement faite des résultats acquis. Nous suivrons avec un soin tout particulier le Congrès qui est annoncé et auquel on a eu l'excellente idée de joindre une Exposition spéciale.

Des excursions techniques compléteront les travaux des congressistes.

L'une vise spécialement les canaux du Nord et le célèbre ascenseur des Fontinettes ainsi que les ports de Dunkerque et de Calais.

L'autre excursion permettra de voir les canaux du Centre, les travaux de canalisation de la Saône et de la régularisation du Rhône, et le réservoir de Furens, près de Saint Etienne.

La Seine, la Marne et les canaux de Paris seront visités et étudiés dans les perfectionnements qu'ils présentent, au cours même du Congrès.

Les canaux occuperont, on le voit, une place considérable dans les études projetées et l'on ne saurait s'en étonner.

Nous ne croyons pas inutile, avant l'ouverture du Congrès, de résumer cet aspect de la question dans un bref coup d'œil.

On ne se doute guère, en dehors du personnel technique spécial, de l'importance toujours croissante que la batellerie française a prise, à côté des chemins de fer qui semblaient, à première vue, capables de tout absorber et de tout transporter. Rien n'est plus vrai cependant, et ce n'est que justice d'accorder à ceux de nos Ingénieurs qui, placés hors du domaine particulièrement brillant de la voie ferrée, ont opiniâtrement agrandi celui de nos routes et de nos canaux, dont le rôle est énorme dans l'économie générale de la prospérité nationale.

Depuis vingt ans, le réseau de navigation intérieure de la France a été constamment accru et perfectionné, malgré les grands efforts que demandaient l'organisation de la défense nationale d'une part, le développement du réseau de nos chemins de fer d'autre part. Un chiffre suffit à caractériser ce progrès : de 1871 à 1890, 637 kilomètres de nouveaux canaux ont été ouverts à la navigation.

En même temps, le mouillage, c'est-à-dire la profondeur utile des canaux existants, les dimensions des écluses et les hauteurs sous les ponts étaient uniformisées, autant que possible, de façon à permettre aux bateaux de 300 tonnes de circuler, sans rompre charge, sur les principales voies de navigation.

Cette uniformisation a une importance exceptionnelle. A notre époque où, plus que jamais, le temps est devenu de l'argent, il faut que le commerçant ou l'industriel qui mettent à profit les voies navigables dans le but de diminuer le prix de revient de leurs marchandises ou de leurs produits, puissent compter sur le maximum de célérité dans les opérations intermédiaires ; or le transbordement est une de ces opérations les plus pénibles et les plus longues : plus on le réduit, plus le trafic augmente et devient fructueux. Quelques chiffres en donneront rapidement la preuve.

En 1872, au moment où commençait l'œuvre d'uniformisation dont nous parlons, le tonnage kilométrique sur nos voies de navigation intérieure améliorées était de 1 512 931 000 tonnes. En 1878, il s'élève à 1 724 146 000 tonnes, soit déjà 24 % d'augmentation. En 1890, nous le trouvons de 2 633 711 000 tonnes, soit 52 % d'augmentation pour cette dernière période. Ce sont là de beaux et incontestables résultats. Ils seront dépassés encore dans l'avenir, tant en raison de la poursuite et de l'achèvement des travaux commencés, qu'en raison des perfectionnements apportés à l'outillage de ces utiles voies de communication. Ces perfectionnements consisteront surtout dans l'étude approfondie des moyens de halage et des procédés de construction des embarcations.

Digitized by Google

En ce qui concerne le halage, on obtient d'excellents résultats, comme l'a montré le Congrès à l'Exposition universelle de 1889, en organisant autant que possible le halage par chevaux et en l'adjugeant à des entrepreneurs qui doivent fournir les chevaux dont la marine a besoin pour traîner ses bateaux à la vitesse de 2 kilomètres à l'heure. Ce système vaut mieux que la liberté complète du halage, qui augmente, en général, les prix de traction et produit des encombrements nuisibles à la liberté du trafic. De plus, des Ingénieurs distingués, en tête desquels il faut citer MM. Maurice Lévy (1) et Oriolle (2), ont étudié les moyens d'effectuer la traction funiculaire des bateaux par des procédés mécaniques. D'intéressantes expériences ont été faites, à ce sujet, et l'on y trouvera certainement, dans un avenir rapproché, la faculté de dégager en tout temps, d'une façon rapide et pratique, les sections les plus chargées de nos canaux, notamment aux abords des grandes villes. Le meilleur mode de traction et le seul qui utilise la totalité de la capacité de trafic d'une voie navigable est, en effet, celui qui fait cheminer tous les bateaux avec la même vitesse, de façon à les obliger à arriver aux écluses à des intervalles absolument égaux ; la perte de temps est ainsi supprimée. On conçoit combien la traction mécanique présente de sérieux avantages pour arriver à ce résultat.

L'autre question, qui préoccupe à juste titre nos Ingénieurs dans le même ordre d'idées, c'est le perfectionnement du matériel de la batellerie. On peut y songer maintenant avec d'autant plus d'utilité que l'on s'approche plus de l'unification des voies navigables et que l'on s'éloigne davantage de l'époque de l'incohérence et de la fantaisie.

Ce sujet, comme celui du halage, fut agité au Congrès de 1889, et l'un des résultats fut une décision ministérielle datée du 19 novembre 1889, qui organisa un service de recherches sur le matériel de la batellerie.

M. H.-B. de Mas, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en fut chargé, et il a commencé, par les soins du Ministère des Travaux publics, la publication complète et approfondie des recherches qui ont été faites : de grands progrès en résulteront dans l'avenir. Nous en avons déjà parlé précédemment dans le *Génie Civil* (3).

Il est, en effet, presque superflu de dire que l'important matériel de navigation sur les canaux est resté dans l'enfance. Les braves gens qui tirent leur existence du transport par eau à petite vitesse sont loin d'être des savants et des capitalistes : ils mettent à l'eau, le plus économiquement possible, ces sortes d'énormes baquets que l'on voit circuler de temps immémorial, et qui, n'ayant rien à craindre des tempêtes et de la fureur des éléments, comme leurs congénères maritimes, sont édifiés débonnairement, sans modèles, sans dessins, en vertu de traditions et de routines séculaires. Et cependant il y a un très grand intérêt, au point de vue de la capacité de ces embarcations, de leur vitesse de circulation et de l'économie de traction, à modifier les formes adoptées ; mais personne ne s'en serait jamais avisé, dans la crainte légitime de dépenser de l'argent au profit des voisins, si la décision ministérielle que nous avons relatée n'y avait pourvu, et si M. de Mas ne s'était mis résolûment à l'œuvre. Ce savant Ingénieur y a fait de véritables découvertes, qui porteront leurs fruits. Il a montré, d'ailleurs, que l'absurde respect des vieilles traditions, en cette matière, n'est pas un mal dont nos bateliers français soient seuls affligés. Les Allemands, qui sont des navigateurs de canaux intensifs, sont logés à la même enseigne. Sur l'Oder, par exemple, il est d'usage, quand on cloue les bordages des bateaux sur les membrures, d'enfoncer les clous, non pas du dehors en dedans, mais du dedans en dehors. Cela est absolument irrationnel ; mais, comme on l'a toujours fait, on continue à le faire.

En étudiant bien la forme et la construction des bateaux fluviaux, en les appropriant aux transports auxquels ils sont destinés, on arrivera certainement à diminuer les frais d'exploitation dans une large proportion, au grand profit de l'économie générale. L'administration seule, pour les raisons que nous avons indiquées plus haut, était en mesure d'entreprendre cette étude et de la mener à bien. On montrera, notamment, à nos bateliers, comment ils peuvent utilement faire entrer le fer et l'acier dans la construction de leur flotte, au lieu d'y engloutir des forêts, comme le faisaient les Gaulois, leurs pères. Le métal, soit seul, soit allié au bois, donnera plus de légèreté, diminuera le poids mort et le tirant d'eau à vide : autant d'excellentes conditions de navigabilité. De plus, une étude rationnelle des formes fournira des bateaux plus obéissants au gouvernail ; or, il y a entre l'obéissance au gouvernail et la rapidité de la marche une relation des plus étroites. Tout le monde a eu l'occasion de voir nos gros bateaux carrés actuels, lorsqu'ils sont remorqués, se mettre obstinément par le travers, franchir les ponts tout juste et en biais, malgré l'action des gouvernails énormes dont leur arrière, ou ce qui en tient lieu, est pourvu. Les naufrages, peu poétiques mais parfois onéreux, qui se produisent dans cette flotte, ont bien souvent pour cause le manque d'obéissance au gouvernail : l'énorme nef s'obstine à franchir les ponts à l'endroit des piles et l'on ne peut l'en empêcher. Mieux étudié dans sa forme, sans évoluer comme une frégate, le bateau serait infiniment plus dans la main de son pilote et fatiguerait moins son remorqueur. Sans doute aussi, bien que la question soit quelque peu secondaire, les gens qui vivent à bord de ces bateaux et qui en tirent leurs moyens d'existence, ne seraient pas insensibles à voir leur habitation un peu plus élégante d'aspect : tous les bons ouvriers ont l'amour-propre et la coquetterie légitime de leur outil.

Comme il n'y a rien de tel que de mettre les gens aux prises avec leur intérêt immédiat, il est bon de signaler aux bateliers, aux armateurs et à tous les intéressés dans la question, le principe établi par M. de Mas, à savoir que : dans la construction des bateaux susceptibles de circuler sur les canaux de navigation intérieure, en France, chaque centième de réduction dans le coefficient de déplacement correspond à une diminution de $3^{\text{tonnes}}5$ de chargement utile. Cela vaut la peine de s'en préoccuper, lorsqu'il s'agit surtout d'effectuer des transports à très bon marché. Il semble que, pour réaliser la construction qui répond le mieux au programme, les constructeurs de navires de mer auraient pu fournir de bonnes indications : c'est là une erreur. Le problème est absolument différent : jamais, à la mer, on ne considère un navire comme devant normalement marcher à une vitesse inférieure à six nœuds, soit $3^{m}04$ par seconde, ou 11 kilomètres à l'heure ; au contraire, cette vitesse de six nœuds est un grand maximum pour le matériel qui navigue sur les canaux. Les armateurs fluviaux n'ont donc rien à apprendre de leurs collègues des chantiers maritimes, et ils resteraient indéfiniment liés aux traditions constructives datant de Clovis Ier, si les expériences instituées par le Ministre des Travaux publics ne venaient heureusement y pourvoir.

Ces expériences se poursuivent en ce moment et elles dureront plusieurs années. Elles ne peuvent se faire que pendant la belle saison et exigent le concours, très gracieusement fourni d'ailleurs à nos Ingénieurs, des entrepreneurs de transports fluviaux ; ce sont eux qui en recueilleront, tout d'abord, les fruits, et ce sera justice. En même temps, les ressources générales du transit, dans notre pays, se trouveront utilement améliorées dans l'intérêt commun.

Max de Nansouty.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 8, p. 113.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XVI, n° 1, p. 3.
(3) Voir le *Génie Civil*, tome XIX, n° 27, p. 437.

MINES

OURO PRETO ET LES MINES D'OR (BRÉSIL)

(*Suite* [1].)

Chapitre VII. The Ouro Preto Gold Mines of Brazil Limited. — § 12. Mine de Passagem. — Des quatre mines possédées par la Compagnie *The Ouro Preto Gold Mines of Brazil Limited*, Passagem, Raposos, Espirito-Santo et Borges, la première est la plus importante ; c'est la seule qui soit à l'heure actuelle en exploitation régulière et dont les travaux aient pris depuis peu un développement notable. Aussi est-ce par elle que nous commencerons l'étude de ces diverses mines.

I. Situation de la mine et aperçu géographique. — La mine de Passagem est située près du village du même nom, sur la route qui mène d'Ouro Preto à Marianna, à 7 kilomètres à l'E. de la première et à 3 kilomètres de la dernière (2). Elle se trouve au flanc d'un contrefort de la Serra d'Ouro Preto, dont la chaîne fait partie de la Serra de Espinhaço, le massif central de Minas ; cette chaîne, qui possède d'Ouro Preto à Passagem une orientation sensiblement O.-E., fait à cet endroit un léger coude pour se relever près de Marianna suivant une direction à peu près perpendiculaire, vers le N. Le contrefort de la Serra d'Ouro Preto vient se raccorder avec une ramification de la Serra d'Itacolumy, dont le pic élevé domine Ouro Preto. Entre ces deux Serras coule le *Rio do Carmo*, qui va d'Ouro Preto à Marianna, en suivant une direction parallèle à celle des deux chaînes qui l'encaissent jusqu'à Passagem, où il vient butter contre la ramification de l'Itacolumy, qui l'oblige à faire un coude brusque et le rejette contre le contrefort de la Serra d'Ouro Preto, à travers lequel il s'est créé un chemin, en y ouvrant un ravin profond aux parois presque verticales ; son cours devient torrentiel et ne reprend son calme que dans la plaine de Marianna (fig. 1).

La mine de Passagem comprend une propriété foncière, sol et sous-sol, et une concession pour l'exploitation du sous-sol seulement. La propriété foncière présente la forme d'une large bande de terrain de plus de 2 kilomètres de longueur sur environ 700 mètres de largeur, partant de la route d'Ouro Preto et longeant la rive droite du Rio

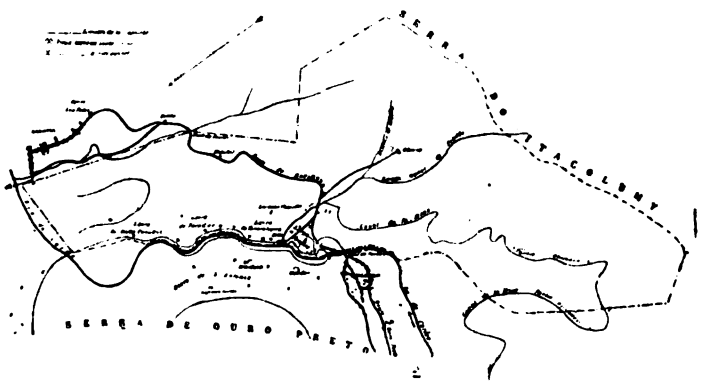


Fig. 1. — Situation de la mine de Passagem.

do Carmo jusqu'à Marianna. La concession englobe cette propriété ee s'étend jusqu'à la crêèe de la Serra d'Itacolumy ; elle occupe unt surface totale d'environ 700 hectares.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XVI, n° 13, p. 285, n° 14, p. 303 ; n° 15, p. 325 ; n° 16, p. 338 ; n° 17, p. 355 ; n° 18, p. 374 ; n° 19, p. 389, et n° 21, p. 421 ; tome XVII, n° 1, p. 8 ; n° 2, p. 21, et tome XIX, n° 14, p. 221, n° 15, p. 239.
(2) Voir la carte des principaux gisements aurifères des environs d'Ouro Rreto, *Génie Civil*, tome XIX, n° 14, p. 222.

Digitized by Google

Le canal qui fournit l'eau nécessaire aux moteurs a une longueur de 9 kilomètres; il part d'une barrage établi sur le Rio do Carmo près du village de Taquaral, en suivant d'abord la rive gauche de la rivière et passe ensuite, au moyen d'un aqueduc en bois, sur la rive droite, qu'il suit alors constamment jusqu'à la mine. Le tronçon qui se trouve sur la rive gauche est situé dans une propriété, prise entre la rivière et la route d'Ouro Preto, que la Compagnie a acquise lors de l'exécution des travaux.

Le chemin de fer central du Brésil, dont un embranchement arrive actuellement à Ouro Preto et doit être prolongé jusqu'à Itabira de Matto Dentro, en passant par Passagem et Marianna, possédera une station qui permettra de desservir directement la mine et évitera les transports par char ou par mulets d'Ouro Preto à Passagem. La ligne ferrée, dont la construction est déjà commencée sur le tronçon qui va d'Ouro Preto à Marianna, reste presque constamment accotée au flanc de la Serra d'Ouro Preto, traverse la route près de Passagem et passe en face de la mine sur la rive gauche de la rivière à un niveau supérieur à celui des bureaux.

II. Aperçu géologique. — Le gisement de Passagem est formé d'un filon de quartz et pyrites aurifères, qui se compose essentiellement de quartz blanc laiteux, de tourmaline et de pyrite arsénicale, avec moindres quantités de pyrite ordinaire de fer et de pyrite magnétique.

Ce filon appartient à la catégorie des filons-couches : il a en effet

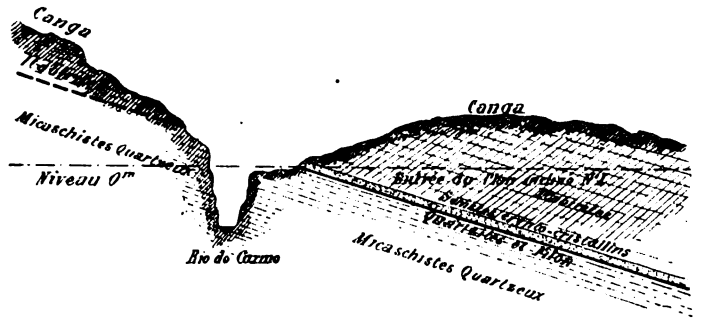


Fig. 2. — Coupe suivant l'inclinaison du gite.

l'apparence d'une couche interstratifiée dans des quartzites schisteuses, elles-mêmes intercalées au milieu de terrains schisteux.

Situé au flanc d'une montagne, au pied de laquelle coule la rivière du Carmo, qui s'est creusé un lit profond entre deux parois verticales, le filon montre ses affleurements à près de 55 mètres au-dessus du niveau de l'eau sur la rive droite, à l'endroit où se fait actuellement l'exploitation. Sa direction est sensiblement N.-E. et il plonge avec une inclinaison de 18 à 20° vers le S.-E. (fig. 2).

L'ordre de succession des terrains qui l'encaissent est le suivant : à la base, dans les parties les plus profondes, reconnues jusqu'à ce jour, sont les micaschistes quartzeux, au-dessus les quartzites schisteuses avec le filon, puis les schistes cryptocristallins, et enfin à la partie supérieure les sidéroschistes, ou *itabirites*, et les schistes argileux rouges recouverts à la surface d'une croûte de *canga* plus ou moins dure.

Micaschistes quartzeux. — Ces micaschistes se présentent sous deux aspects : micaschiste à mica noir, brun tombac ou vert foncé, occupant les parties supérieures : micaschistes à mica vert, plus clair, quelquefois blanc soyeux, alternant avec le premier, mais augmentant d'importance en profondeur. Ce dernier semble se rapprocher des quartzites schisteuses, mais il en diffère par l'abondance du mica.

Entre les couches de ces micaschistes se rencontrent fréquemment des veines de quartz cristallin ou laiteux, dont certains renflements atteignent près d'un mètre d'épaisseur, et aussi des infiltrations calcaires. Dans les géodes formées par ces renflements, on constate la présence de cristallisations variées : le disthène bleu, généralement noyé dans la masse du quartz laiteux, le quartz en cristaux, le mica vert de couleur claire ou émeraude en tables hexagonales, le mica noir ou vert foncé en petites paillettes hexagonales, la tourmaline rouge en fines aiguilles, la calcite en rhomboèdres, la dolomie en crêtes de coq, la sidérose à l'état de spath blond, quelques cristaux de pyrite. Dans le voisinage des affleurements, on trouve dans ces géodes quelques enduits calcaires en forme de rognons recouvrant les cristallisations, et parfois les cristaux de fer spathique présentent des signes avancés de décomposition : de blond vitreux, ils sont devenus

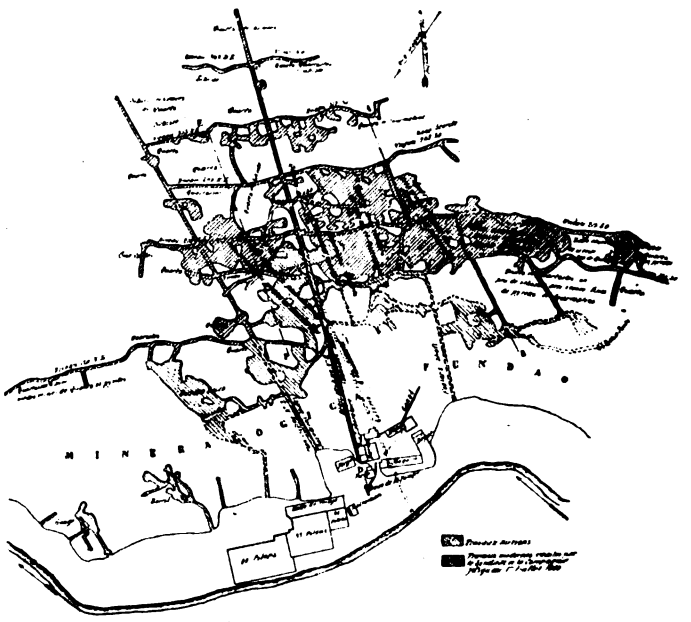


Fig. 3. — Plan de la mine de Passagem.

bruns, opaques, passant à l'état d'hématite brune, tout en conservant leur cristallisation, et la roche se recouvre d'une couche ocreuse ; certains de ces cristaux spathiques se trouvent réduits à leur enveloppe extérieure, formée de lames minces, et sont creux intérieurement.

Quartzites schisteuses et filon. — Les quartzites sont d'un blanc verdâtre, en couches stratifiées assez régulières. Leur mica, parallèle à la stratification, est d'un blanc soyeux ou vert clair, d'un éclat nacré ;

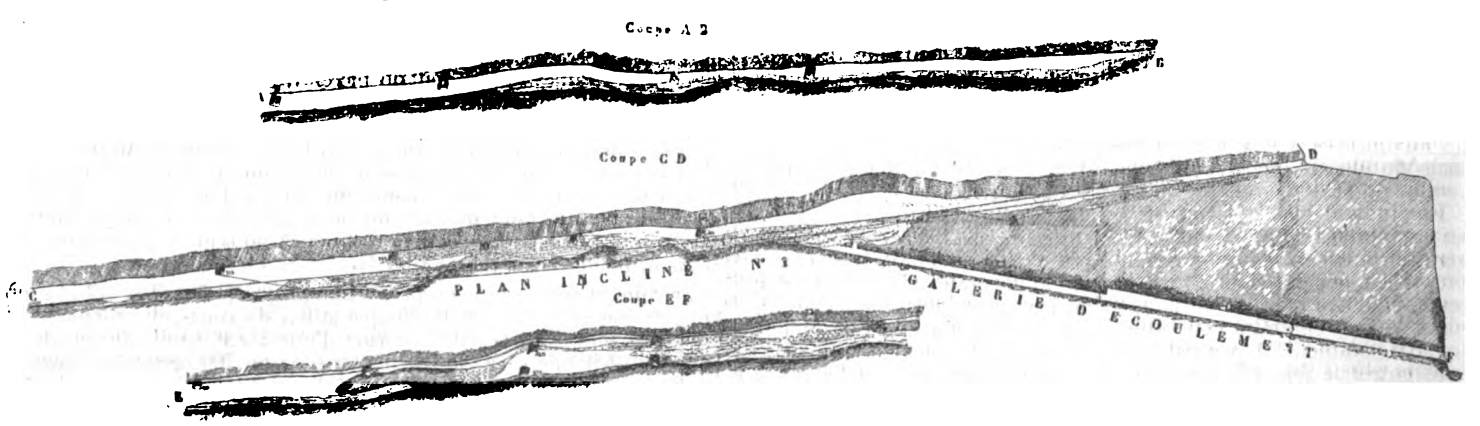


Fig. 4. — Coupes du filon de Passagem.

il est très onctueux au toucher, ce qui le fait souvent prendre pour du talc ; c'est une variété de séricite.

Les filons se trouvent intimement mélangés avec les quartzites : ils sont le plus souvent interstratifiés en couches parallèles d'épaisseur variable ou se pénètrent mutuellement sous la forme d'un coin ; il arrive aussi qu'en certains points la masse filonnienne occupe toute l'épaisseur du gîte, en d'autres, au contraire, elle disparaît complètement, et alors toute la couche est formée de quartzites (fig. 3 et 4).

Ces mêmes quartzites sont visibles en différents points le long de la Serra, depuis Ouro Preto jusqu'à Antonio Pereira, en passant par Passagem et par le Morro de Santa Anna. A Ouro Preto leurs affleurements sont considérables ; on y a ouvert plusieurs carrières pour en extraire des dalles *(pedras de lages)*, à cause de leur facilité à se détacher en longs feuillets, et leurs découverts ont permis de constater la présence de nombreux filons de quartz normaux à la stratification et ne présentant aucun des caractères de celui de Passagem. D'Ouro

Digitized by Google

Preto à Passagem, les quartzites reparaissent en divers endroits, soit au voisinage de la route, soit dans le lit du Rio do Carmo. On a toute raison de supposer que ces différentes couches n'en forment réellement qu'une ; il y a en effet une grande concordance dans leur direction et leur pendage : d'Ouro Preto à Passagem, la direction varie de N. 70° à 60° E., à la mine elle est de N. 45° E. et au Morro de Santa-Anna de N. 30° E., la courbure que fait la Serra au voisinage de Marianna justifie cette faible modification dans la direction ; le pendage dirigé approximativement vers le S. E. est de 20° à 25° près d'Ouro Preto, de 18° à 20° à Passagem et de 15° 5 au Morro de Santa Anna (1).

Le filon se compose de quartz laiteux, recoupé par de nombreuses et épaisses veines de nickel en cristaux noyés dans la masse, accompagnées souvent de tourmalines en aiguilles noires et aussi, mais en moindre quantité, de pyrites de fer présentant des cristallisations variées et de pyrite magnétique.

Ce sont les mispickel et la tournaline qui abondent le plus : le mispickel se rencontre en masses compactes formées de petits cristaux blanc d'argent agglomérés ensemble, dont la texture grenue et le vif éclat rappellent l'aspect de l'acier, mais ils sont très friables ; les tourmalines se présentent sous la forme de petites aiguilles noires très fines, réunies en masses à texture serrée, assez friables, le plus souvent mouchetées de cristaux isolés de mispickel. Les pyrites de fer se présentent en cristaux cubiques, quelquefois en masse, groupés ensemble, mais bien plutôt à l'état isolé, confondus avec le mispickel. Cependant, dans une certaine partie du filon bien limitée, on a découvert la pyrite sous un aspect tout à fait spécial : elle apparaît en masse cloisonnée, dont les cellules sont formées de cristaux fins d'une couleur jaune clair, rappelant celle de l'or vert ; exposée à l'air, elle se couvre d'efflorescences de fils blancs soyeux et aussi de cristallisations blanches et vertes de sulfate de fer, ce qui fait supposer que l'on se trouve en présence de petits cristaux de marcassite. Ces cloisons sont parfois remplies d'hématite compacte rouge ou brune un peu argileuse, puis elles disparaissent substituées par une masse dure d'hématite. La pyrite magnétique se trouve en petites masses compactes jaune bronze généralement associées avec la pyrite cloisonnée. La pyrite de cuivre très rare accompagne en faible proportion les cristaux de pyrite ordinaire.

Comme on le voit, la composition du gîte n'est pas uniforme. Il convient du reste d'ajouter qu'on y constate la présence de minéraux autres que ceux déjà cités : ce sont la calcite, dolomie, sidérose, galène, stibine, disthène, grenat, micas vert et noir. La plupart d'entre eux existent au voisinage des salbandes, ce qui tend à leur assigner une origine commune avec ceux des roches encaissantes ; c'est ainsi que l'on découvre des cristallisations de calcite, dolomie, sidérose, disthène et mica vert, près du mur ; des grenats unis aux pyrites cubiques, près du toit ; des micas noirs aux deux épontes. Cependant des veines de calcaire se sont infiltrées irrégulièrement dans la masse filonnienne ; mais, tandis que la calcite se rencontre dans les micaschistes sous la forme de cristaux rhomboédriques, on trouve dans les géodes du filon de magnifiques cristaux incolores de scalénoèdres et aussi des prismes hexagonaux ; ces derniers présentent souvent la particularité que lorsqu'on cherche à les détacher, ils se rompent à la racine suivant leurs clivages, en laissant à la partie centrale un noyau cristallin, qui n'est autre qu'un scalénoèdre reproduit en creux dans le cristal de prisme hexagonal.

Au mur, le filon est au contact des micaschistes, dont il est parfois séparé par une salbande formée d'un schiste noir, graphiteux, qui pénètre souvent dans la masse même du filon ; on constate du reste en plusieurs endroits la pénétration des micaschistes dans le gîte, au point de former un faux mur atteignant jusqu'à un mètre d'épaisseur, sous lequel on retrouve la masse filonnienne. C'est ordinairement près du mur que se trouvent concentrées de préférence les veines riches composées de pyrite arsénicale et tourmaline avec un peu de quartz.

Au toit, on trouve aussi une salbande formée de schiste graphiteux, mais plus rare ; elle est souvent remplacée par une couche de cristaux de grenats, pyrites de fer, et un peu de pyrite de cuivre et mica noir, de faible épaisseur, au contact des schistes cryptocristallins. Jusqu'ici, on n'a jamais constaté la pénétration du toit par des infiltrations du filon ; on a donc une forte propension de supposer que le gîte, postérieur aux quartzites, serait antérieur à la masse des terrains de recouvrements.

Schistes cryptocristallins. — Ces schistes, qui occupent le toit du filon, semblent composés de quartz, mica noir et pyrites de fer disséminées en grains fins dans la masse. Peut-être le grenat entre-t-il dans la composition de ces schistes, à en juger par les cristallisations de la salbande du toit, dont les éléments ont dû être fournis par eux, car ils sont pauvres en or. Cette couche de schistes a ordinairement une faible épaisseur et parfois disparaît ; les itabirites reposent alors directement sur le gîte.

Itabirites. — Au-dessus des schistes apparaissent les itabirites, mélange schisteux de quartz à grains fins et de fer oligiste en petites paillettes à l'éclat d'acier ; dans les parties hautes voisines de la surface, ces itabirites sont substituées par des schistes argileux rouges ou par une croûte dure de canga, conglomérat de couleur brique à texture spongieuse, composé de rognons de quartz ou d'itabirites liés par un ciment argilo-ferrugineux.

Ces couches existent en très grande abondance dans la contrée sur tout le chemin d'Ouro Preto à Passagem et au delà jusqu'à Antonio Pereira, les terrains supérieurs de la Serra d'Ouro Preto sont presque totalement formés d'itabirites et de schistes argileux, qui se présentent en affleurements considérables. Elles recouvrent le gîte de Passagem sur une hauteur de plus de 50 mètres au-dessus du niveau de l'entrée de la mine et apparaissent aussi de l'autre côté de la rivière, sous une épaisseur moindre, avec leur couche de canga, dont la couleur caractéristique est visible en de nombreux points de la surface.

Les itabirites renferment un grand nombre de beaux cristaux octaédriques de magnétite ; on constate aussi parfois entre les feuillets la présence d'imprégnations calcaires.

Importance du gîte. — L'allure du gîte est assez régulière : son inclinaison est presque constante, sa direction varie peu et obéit à la légère courbure que présentent les couches de terrains. Sa composition et sa puissance, au contraire, sont très variables et le font assimiler aux *filons disséminés* à structure en chapelet ; il est, en effet, formé d'une série de lignes, tantôt riches, tantôt pauvres, et présente une suite d'étranglements et de renflements tels qu'en certains points l'épaisseur du filon atteint au plus 2 mètres et en d'autres va jusqu'à près de 15 mètres. Malheureusement, ces renflements sont remplis en grande partie de quartzites ou de quartz laiteux pauvre.

Les parties les plus riches sont celles où le mispickel et les tourmalines se présentent en masses compactes à grains serrés, surtout quand les cristaux de mispickel sont très fins et ont une couleur blanc d'argent remarquable ; elles peuvent contenir 150 à 200 grammes d'or à la tonne, mais la teneur baisse sensiblement dès qu'elles se trouvent mélangées de quartz. C'est seulement dans ces parties du filon qu'on a l'occasion de trouver de petites mouches d'or visibles sur le mispickel ou sur la tourmaline.

Au contraire, les masses de quartz laiteux sont pauvres : elles tiennent de 2 à 3 grammes par tonne. Elles deviennent déjà plus riches, quand elles présentent de petites fractions remplies d'imprégnations pyriteuses (pyrite de fer, mispickel) ou de tourmaline ; aussi reconnaît-on à première vue que le quartz laiteux est plus riche, quand la masse blanche est recoupée d'une plus grande quantité de petites lignes noires, dues à ces imprégnations. Lorsque le quartz présente ainsi des cassures remplies de matières métalliques, la teneur s'élève facilement à 10 et 15 grammes à la tonne.

Les pyrites cloisonnées, en partie décomposées, unies le plus souvent aux tourmalines, sembleraient devoir être, pour ce motif, de teneur assez élevée ; elles ne contiennent que de 20 à 30 grammes d'or à la tonne, seulement leur état de décomposition en rend le traitement plus facile.

Avec l'or, on trouve dans ce filon du bismuth et très peu d'argent.

Les quartzistes ne contiennent pas d'or.

L'importance du gîte peut être facilement reconnue, non seulement par le développement des travaux souterrains exécutés à la mine de Passagem, mais aussi par les affleurements et par les nombreux vestiges des anciens travaux.

A l'intérieur, les derniers travaux ont permis de reconnaître le filon sur une longueur de près de 650 mètres en direction et de 415 mètres en profondeur suivant l'inclinaison.

A l'extérieur, les affleurements ont été relevés sur la rive droite tout le long de la rivière du Carmo, depuis le pont de Passagem jusqu'à Marianna, où ils disparaissent sous une couche d'alluvions qui forme le lit du rio, pour reparaître de l'autre côté, au flanc escarpé d'un contrefort de la Serra d'Ouro Preto, appelé le Morro de Santa Anna. On a vu au chapitre précédent qu'un gisement de quartz et pyrites aurifères a été exploité, de 1862 à 1865, par la « Don Pedro North del Rey Gold Mining Company Limited, » sur le versant S.-E. du Morro de Santa Anna. Ce gisement possède une allure qui offre de grandes concordances avec celui de Passagem : tandis qu'à Passagem, la direction est N. 45° E. et le pendage vers le S.-E. de 18° à 20° ; la direction se relève un peu vers le N. au Morro de Santa Anna, elle devient N. 30° E. et le pendage, peu différent de la pente de la montagne, est de 15° 5 vers le S.-E. ; ces faibles modifications d'allures sont du reste amplement justifiées par la légère courbe que décrit la Serra au voisinage de Marianna. En outre, ce gisement semble correspondre aux affleurements qui s'aperçoivent sur le flanc escarpé du Morro ; il est recouvert, sur toute cette étendue, d'une couche de plusieurs mètres d'itabirites avec une croûte de canga à la surface ; de plus, on y retrouve les principaux éléments du minerai de Passagem : il se compose en effet de quartz blanc, contenant l'or dans les pyrites arsénicales, la tourmaline et la pyrite magnétique. Pour ces motifs, on a tout lieu de croire que les mines de Passagem et de Morro de Santa Anna appartiennent au même filon. Cette hypothèse se trouve du reste justifiée par le fait que, le long des affleurements entre les deux mines, il existe nombre de galeries et de travaux souterrains faits par les anciens mineurs brésiliens, principalement à Paredão et à Matta-Cavallos, que certainement ils n'auraient point exécutés si le minerai extrait avait été très pauvre, puisqu'ils ne pouvaient retirer l'or des roches que par des procédés très rudimentaires.

Dans ces conditions, le gisement présenterait une étendue en direction d'au moins quatre kilomètres, de Passagem au Morro de Santa Anna.

Sur la rive opposée à la mine, au Morro de S. Antonio, les nombreux travaux à ciel ouvert exécutés par les anciens mineurs brésiliens signalent la présence du filon de ce côté. On voit du reste encore plusieurs affleurements d'un filon de quartz aux parois de quelques-unes des grandes excavations dont le terrain est criblé ; ce filon, par son pendage, semble bien être le prolongement de celui qu'on exploite, d'autant plus que, près du pont de Passagem, la rivière présente une chute sous laquelle passent visiblement ses affleurements qui viennent se raccorder avec ceux de Fundão ; ce qui montre d'une ma-

(1) *Rapport sur les mines de Passagem, de Raposos et d'Espirito-Santo*, par M. A. MEZGER, page 10. Paris, Chaix, 1865.

Digitized by Google

nière probante que la fendue de la rivière n'est pas le résultat d'une faille, mais a été produite par les érosions, et que les gisements de part et d'autre du rio appartiennent au même filon, en place. C'était aussi l'opinion du baron d'Eschwège, comme on peut le constater, par la coupe (fig. 5) du gisement de Passagem qu'il a dessinée (1).

Les travaux faits au flanc de la montagne ont dû être très importants, à en juger par l'aspect complètement bouleversé du terrain. Ils s'étendent le long de la rivière, depuis la chute d'eau, sur une longueur de plus d'un kilomètre, et on en relève constamment les traces sur une étendue de 600 mètres environ en remontant la pente. Au sommet, la montagne a été en partie ravinée par les eaux et sa paroi verticale, mise à vif, forme un immense cirque qui s'étend à gauche vers Taquaral, à droite vers le Morro de Santa Anna ; on y constate en de nombreux endroits la présence d'affleurements de quartz ou quartzites qui, par leur position, ont toutes les apparences d'appartenir au même gisement. Pour constater l'exactitude de cette dernière assertion, il serait nécessaire de faire divers travaux de recherches. En tout cas, les nombreuses excavations superficielles faites par les anciens mineurs au Morro de S. Antonio, sont une preuve évidente que le gîte en cet endroit existait bien et était rémunérateur ; les quantités de maisons en ruines que l'on rencontre à tout instant témoignent du nombre de personnes qui étaient employées aux travaux, nombre justifié par le mode d'exploitation suivi. Comme le gîte était recouvert d'une faible épaisseur d'itabirites et de canga, ils trouvaient plus commode de le mettre à découvert, afin de pouvoir arracher plus facilement la roche dure, tandis que de l'autre rive, l'épaisseur du recouvrement était telle qu'il leur fut impossible d'employer la même méthode et qu'ils se trouvèrent obligés d'avoir recours aux travaux souterrains. Cependant, dans ces exploitations du Morro de S. Antonio, il y a une particularité à noter : outre les petits canaux latéraux qui sillonnent le flanc de la montagne pour amener l'eau nécessaire aux lavages, on constate la présence de nombreux mondéos très bien conservés, ce qui nous fait supposer que ces mineurs traitaient aussi les itabirites qui auraient contenu dans ce cas des infiltrations de quartz aurifère ; cela expliquerait d'une manière plus rationnelle leur système d'exploitation à ciel ouvert. Cette venue de quartz serait donc postérieure aux itabirites et par conséquent au filon qui a injecté les quartzites.

Sur l'autre rive, à Fundão, on a pratiqué des travaux souterrains, mais il existe entre eux et la rivière une immense excavation à ciel ouvert, qui a mis à découvert les micaschistes du mur du filon ; la seule explication plausible de cette anomalie serait que ces travaux superficiels ont été exécutés en vue de laver cette couche de recouvrement, et, ce qui semble la confirmer, c'est l'existence d'une profonde tranchée aux parois verticales, d'à peine deux mètres de largeur, qui devait faciliter, après la concentration des sables, l'écoulement des eaux de lavage vers la rivière. On aurait ensuite abandonné ce système pour exécuter des travaux souterrains, lorsque la couche terreuse serait devenue trop pauvre. A Paredão, on trouve sur la montagne, directement au-dessus du gîte, les vestiges très bien conservés de tables de lavage faites en terre rouge durcie. Ces tables servaient pour traiter les schistes argileux rouges du voisinage, qui renferment en cet endroit des veines de quartz carié, ainsi qu'il nous a été donné de le constater.

Enfin, une preuve certaine de l'existence de l'or dans les terrains de recouvrements, c'est que, dans les dernières années de l'exploitation du gîte par la Compagnie anglaise qui a précédé la Compagnie actuelle, le directeur faisait passer uniquement à l'un des ateliers de bocards des itabirites prises au toit du filon et en retirait en moyenne 1gr8 d'or par tonne.

En somme, le gisement de quartz et pyrites aurifères de Passagem semble présenter une grande extension tant en direction qu'en inclinaison. Jusqu'à ce jour, les travaux de mine n'ont apporté aucun élément qui fasse prévoir une modification radicale en profondeur dans l'allure et la composition du gîte. Suivant la direction, il n'est possible de juger de l'étendue en état d'être exploitée, qu'en s'éclairant par divers travaux de recherches. Nous avons bien constaté, près d'Ouro-Preto, à la mine de Saragoça, la présence d'un filon de quartz et de pyrites arsénicales qui recoupe normalement les pyrites schisteuses, mais c'est tout au plus si l'on peut lui assigner une origine contemporaine du filon de Passagem : le vieux mineur, qui le travaille, recherche bien les parties pyriteuses, le quartz pur étant trop pauvre et ne payant pas les frais de broyage et de lavage, c'est le seul point de ressemblance avec le filon qui nous occupe : son allure est toute différente ; le mispickel a un facies autre, terne au lieu d'être brillant ; les autres minéraux ne s'y rencontrent pas et en revanche, on y trouve de petits géodes de scorodite. Au delà du Morro de Santa Anna, près de Taquara Queimada, dans une petite excavation faite au flanc de la Serra et ayant mis à découvert une couche de quartzites, on aurait constaté la présence de veines de quartz avec pyrites ; nous nous contentons de signaler cette observation, qu'il ne nous a pas été donné de contrôler.

III. Historique de l'exploitation. — La propriété minière de Passagem embrasse les quatre mines ou *lavras de Fundão, Mineralogica, Paredão et Matta-Cavallos*, qui firent au siècle dernier l'objet de concessions accordées à divers mineurs du pays et acquises ensuite par une même Compagnie, la *Anglo-Brazilian gold mining Company Limited.*

La *lavra de Mineralogica* comprenait 49 *datas* (5 hectares 34) provenant de la réunion de plusieurs concessions, accordées de 1729 à 1756 à différents mineurs, et qui, après être passées entre les mains de divers propriétaires, avaient été rachetées par une seule et même personne. A sa mort, les biens de cette dernière furent vendus aux enchères et la mine avec divers accessoires et les vingt esclaves qui y étaient attachés, fut adjugée au baron d'Eschwège, le 12 mars 1819. Jusque-là le gisement avait été uniquement égratigné en plusieurs points aux affleurements par les mineurs ; à partir de ce moment une exploitation plus régulière fut suivie. D'Eschwège forma la première Compagnie existante dans le pays sous le nom de *Sociedade Mineralogica*, et établit un moulin de neuf bocards ; malheureusement, après plusieurs années de prospérité, la Société périclita et les travaux furent interrompus. La propriété fut vendue le 1er juin 1859, par le liquidateur, à un mineur anglais Thomas Bawden, qui avait travaillé pendant quelque temps à Fundão, la mine voisine, et celui-ci la revendit quatre ans plus tard, le 26 novembre 1863, à Thomas Treloar, représentant de la nouvelle Compagnie en formation, la *Anglo-Brazilian gold mining Company Limited.*

La *lavra de Fundão*, composée de 76 datas (8,28 hectares) et ayant pour limites d'un côté la route d'Ouro Preto et de l'autre la mine de Mineralogica, était formée de plusieurs concessions délivrées de 1735 à 1778 à différents mineurs ; après avoir appartenu successivement à plusieurs propriétaires, elles finirent par être groupées entre les mains d'un seul, qui vendit le tout au Commandeur Francisco de Paula Santos, le 17 février 1835. Celui-ci, à l'exemple du voisin, forma une association sous le nom de *Sociedade União Mineira.* Les associés firent d'abord exécuter de nombreux travaux à la surface, ouvrant cette immense excavation, encore visible de nos jours ; puis ce système ayant été peu rémunérateur, ils se décidèrent à creuser quelques chambres souterraines, sans plus de succès. C'est alors qu'ils résolurent la vente et acceptèrent l'offre de Thomas Bawden et d'Antonio Buzelin qui acquirent la mine, le 12 avril 1850, et la revendirent plus tard à la *Anglo-Brazilian Gold Mining Company Limited*, en même temps que la précédente.

La *lavra de Paredão*, d'une superficie de 12 datas (1,2 hectares), faisant suite à Mineralogica, fut l'objet de concessions accordées en 1758 à un nommé Furriel Antonio Mendes da Fonseca ; après avoir appartenu à différentes personnes, elle passait en 1843 aux mains de de la famille Martins Coelho, qui la vendit à la *Anglo-Brazilian Gold Mining Company Limited*, par l'intermédiaire de *Thomas Bawden*, lors de la vente des deux autres.

La compagnie anglaise entra en possession des trois lavras le 26 novembre 1863, et ce ne fut que plus tard, le 30 septembre 1865, qu'elle acquit la *lavra de Matta-Cavallos*, d'une surface de moins de 2 datas (0,2 hectare), qui s'étendait de Paredão à l'entrée de la ville de Marianna. Les travaux de mine furent entrepris dès le commencement de l'année 1864 et on put effectuer aussitôt le broyage du minerai extrait en tirant le meilleur parti possible de trois ateliers de bocards *(engenhos de pilões)* existant sur les lieux. L'un d'eux, à peu près en état, fut mis immédiatement en marche : c'était celui désigné sous le nom de *Fernandes stamps*, de six flèches en bois avec sabots de fer, établi sur le terrain de la Mineralogica, à l'endroit qu'occupe actuellement l'atelier de vingt-quatre pilons. L'un des deux autres *Bawden stamps*, moulin de 9 flèches existant à Fundão, mais en partie pourri, fut presque complètement remplacé par un atelier de douze bocards acheté à Taquarel, qui reçut le nom de *Hesketh's stamps* ; quant au troisième, il était hors d'usage. Par la suite, un nouvel atelier, *Victoria stamps*, de trente flèches, fut construit sur l'emplacement de l'atelier actuel des trente-deux bocards et celui de *Fernandes stamps* fut remplacé par un autre, *Wildes stamps*, ayant douze pilons à gauche et deux arrastras à droite. L'usine de préparation mécanique se composait donc finalement de trois ateliers comprenant cinquante-quatre pilons et deux arrastras.

Les travaux exécutés par les premiers exploitants avaient d'abord été superficiels, principalement à Fundão ; puis l'abondance des déblais à enlever pour continuer d'après ce système les obligèrent à recourir à une méthode souterraine. C'est la suite de ces derniers travaux qui fut reprise par la Compagnie anglaise, dont les opérations ont duré de janvier 1864 à février 1873, au total neuf ans pleins.

Le tableau n° 1, que nous reproduisons plus loin, donne le résumé de ces opérations (1).

On voit par ce tableau que les résultats financiers se traduisaient chaque année par des pertes, de sorte que, lorsque le capital fut épuisé, force fut de suspendre les travaux et de liquider. L'exploitation avait été concentrée à Mineralogica et à Fundão, où l'on accédait par les descenderies de Haymen (actuellement plan incliné n° 2) et de Dawson (actuellement plan incliné n° 1) pour la première, et par celle de Foster et le vieux puits pour la seconde. Dans les dernières années, les travaux, à Mineralogica, auraient été gênés par les eaux, malgré la galerie d'écoulement qu'on avait ouverte à quelques mètres au-dessus du lit du rio et qui sert encore aujourd'hui pour l'évacuation des eaux de la mine ; on y serait tombé en outre sur une partie stérile du filon, ce qui aurait décidé la direction à concentrer toute l'exploitation à Fundão, dont le minerai composé principalement de quartz était de faible rendement. La direction de l'époque avait aussi imaginé de faire passer à l'un des moulins des itabirites peu aurifères du toit prises à Mineralogica, sous prétexte que, quoiqu'on en retirât moins de 2 grammes d'or par tonne, on pouvait en traiter une plus grande quantité à la fois et augmenter ainsi la production ; c'est ce qui explique l'abaissement du rendement du minerai pendant les trois dernières années. La Compagnie, aux abois, essaya, pour se relever, de mettre en valeur, à partir de 1871, la mine de jacutinga aurifère de Pitangui, mais les divers travaux préparatoires exécutés achevèrent d'absorber ses dernières ressources. Le capital versé se trouvant complètement épuisé au 30 janvier 1873, la liquidation fut décidée.

(1) Von Eschwège, *Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens.* Berlin, 1832.

(1) Ce tableau a été résumé d'après divers documents qui nous ont été obligeamment fournis par le capitaine de mine Martin, anciennement attaché à cette compagnie.

Digitized by Google

La mine de Passagem fut achetée, en 1875, par le liquidateur de la Compagnie, qui la vendit à son tour, le 24 mars 1883, à M. Robey Partridge, représentant d'un Syndicat français, qui s'était formé en 1880 dans le but de rechercher des mines d'or susceptibles d'être mises en valeur par une compagnie.

Entre temps, un Ingénieur français, M. Ch. Monchot, avait été envoyé par le Syndicat à Passagem, en 1881, afin de se rendre compte de la valeur probable de la mine et de la préparer en vue d'une nouvelle exploitation (1). Comme, à cette époque, il y avait plus de sept ans que la Compagnie anglaise avait cessé tous travaux, l'accès de la mine était devenu impossible par suite des éboulements; les descenderies étaient en partie comblées, la galerie d'écoulement pleine de sables et les travaux, inférieurs à son niveau, complètement inondés. Quant à l'usine, une partie du matériel avait été disséminée un peu de tous côtés, le reste était presque en ruines. M. Monchot commença par prendre ses dispositions en vue de l'épuisement de la mine, de l'extraction future du minerai et de la mise en état d'une partie de l'usine de traitement. Il fit déblayer le petit canal de 3 à 4 kilomètres, qui servait précédemment à amener l'eau de l'Itacolumy pour les travaux, et déboucher la galerie d'écoulement pour assécher la mine jusqu'à son niveau; pendant ce temps, on construisait une roue hydraulique de 9 mètres de diamètre, commandant d'un côté une pompe d'épuisement et de l'autre un tambour d'extraction. Comme les travaux au voisinage de *Dawson's shaft* étaient les plus importants, il fit remettre en état cette descenderie et y installa la pompe et la voie ferrée pour l'extraction. Ensuite il fit remettre en état la roue motrice de *Wildes stamps* et, avec les matériaux restants de l'usine, il parvint à reconstituer une batterie de 12 bocards, qui commença à fonctionner en juin 1881 et servit pour les essais sur le minerai; malheureusement son mauvais état ne lui permit pas de fournir une longue carrière et, peu avant le départ de M. Monchot, une nouvelle batterie de 12 pilons, destinée à remplacer la première, fut mise en chantier; elle commença à fonctionner en juillet 1882.

Le Syndicat, après avoir réalisé l'achat de la mine au commencement de 1883, fit l'acquisition de trois autres mines, Raposos et Espirito-Santo, situées près de Sabara, et Borges, près de Caheté, et organisa, à la fin de février 1884, une Compagnie de mines comprenant ces quatre propriétés de Passagem, Raposos, Espirito-Santo et Borges sous le nom de *The Ouro Preto gold Mines of Brazil limited*. Cette Compagnie commença ses opérations à Passagem en avril 1884; elle continua immédiatement les travaux entrepris par le Syndicat, en faisant le traitement mécanique des minerais avec la batterie de 12 pilons existante; une seconde batterie de 12 pilons fut ensuite préparée pour être placée de l'autre côté de la roue, afin de compléter ainsi un atelier de 24 bocards. Depuis on a installé à côté et en contrebas du précédent un nouvel atelier de 32 bocards et à la suite à un niveau encore plus bas, un atelier de 40 pilons californiens; de sorte que, actuellement, l'usine possède trois ateliers de bocards représentant un total de 96 pilons.

Tableau n° 1. — *Résumé des opérations de la "Anglo-Brazilian Gold Mining Company Limited" (de janvier 1864 à février 1873).*

Années	Nombre de tonnes broyées	Nombre de pilons travaillant en moyenne par jour	Nombre de tonnes broyées par pilon et par jour	Or extrait total en oitavas	Or extrait total en grammes	Or extrait par tonne en oitavas	Or extrait par tonne en grammes	Production en livres sterling	Coût en livres sterling	Pertes en livres sterling	Observations
1864	2.997	14,4	0,61	3.997	14 333	1,33	4,77	»	»	»	Fernandes stamps, 6 pilons mis en marche le 21 janvier 1864. Hesketh's stamps. 12 — — le 7 mai —
1865	5.137	18	0,79	11.002	39.453	2,14	7,67	»	»	»	
1866	7.787	24,5	0,87	25.991	93.204	3,33	11,94	11.696	19.151	7.455	Victoria stamps, 15 pilons mis en marche le 27 juillet 1866.
											Victoria stamps, 15 nouveaux pilons mis en marche le 10 janvier 1867.
1867	17.318	45,2	1,05	38.226	137.078	2,20	7,89	17.191	20.935	3.744	Fernandes stamps, arrêté le 18 avril 1867. Wildes stamps, 6 pilons mis en marche le 14 septembre 1867.
1868	18.895	51,5	1	39.385	141.235	2,08	7,46	17.723	18.345	622	Wildes stamps { 6 nouveaux pilons mis en marche le 27 mai ; 2 arrastras mis en marche, l'un le 15 juillet et l'autre le 4 novembre 1868.
1869	16.229	54	0,83	33.293	119.389	2,05	7,35	14.982	17.276	2.294	
1870	16.022	52	0,84	33.488	120.088	2,09	7,49	15.070	18.000	2.930	Hesketh's stamps, arrêté fin octobre 1870.
1871	9.736	42	0,63	11.559	41.451	1,18	4,23	5.202	10.794	5.592	
1872	9.499	42	0,62	12.692	45.513	1,33	4,77	5.711	11.075	5.364	Wildes stamps, arrêté fin décembre.
1873	338	30	0,37	490	1.757	1,45	5,30	220	386	166	
Totaux.	103.978	»	»	210.123	753.501	2,02	7,24	87.795	115.962	28.167	

Le Syndicat, après avoir réalisé l'achat de la mine au commencement de 1883, fit l'acquisition de trois autres mines, Raposos et Espirito-Santo, situées près de Sabara, et Borges, près de Caheté, et organisa, à la fin de février 1884, une Compagnie de mines comprenant ces quatre propriétés de Passagem, Raposos, Espirito-Santo et Borges sous le nom de *The Ouro Preto gold Mines of Brazil limited*. Cette Compagnie commença ses opérations à Passagem en avril 1884; elle continua immédiatement les travaux entrepris par le Syndicat, en faisant le traitement mécanique des minerais avec la batterie de 12 pilons existante; une seconde batterie de 12 pilons fut ensuite préparée pour être placée de l'autre côté de la roue, afin de compléter ainsi un atelier de 24 bocards. Depuis on a installé à côté et en contrebas du précédent un nouvel atelier de 32 bocards et à la suite à un niveau encore plus bas, un atelier de 40 pilons californiens; de sorte que, actuellement, l'usine possède trois ateliers de bocards représentant un total de 96 pilons.

(A suivre.)

Paul Ferrand,
Ingénieur civil des Mines,
Professeur à l'Ecole des Mines d'Ouro Preto (Brésil).

CORRESPONDANCE

L'Aluminium (2)

A Monsieur le Rédacteur en chef du *Génie Civil*.

Grenoble, le 26 avril 1892.

Monsieur,

Je viens faire appel à votre impartialité pour répondre quelques mots à l'article *l'Aluminium* paru dans votre numéro du 16 courant et signé Henry Thivel, Ingénieur conseil du syndicat pour l'aluminium.

M. Thivel, en critiquant dans la presse une brochure qui lui avait été remise confidentiellement, a certainement voulu me faire une réclame forcée. Je l'en remercie cependant. D'ailleurs, le titre qu'il se donne et qu'il ne cache pas, établira à vos yeux une parfaite égalité dans le degré de véracité des deux parties en cause. Je passe à quelques-unes des assertions de l'article en question.

En ce qui concerne la force électro-motrice nécessaire pour faire passer le courant dans l'électrolyte, M. Thivel, d'après M. Minet, la caractérise par ρ, lettre grecque très élastique qui, dans mon cas, dépend de la largeur des électrodes; comme mes électrodes ne s'usent pas, et que la température du bain n'est que de 300°, je fais ces électrodes très larges et au lieu d'obtenir de 18 à 30 grammes de métal par cheval-heure, je peux bien dire que j'en obtiens 40.

Vous voyez que ma contradiction n'est pas bien redoutable.

Le chlorure d'aluminium distille, en effet, assez vite, mais les Ingénieurs savent le condenser et le ramener à son point de départ.

Je dirai aussi que je n'ai pas de chlore dans mon four à fabriquer le chlorure mais de l'acide chlorhydrique, et que, d'ailleurs, je n'opère qu'à 1 000 ou 1 200° centigrades, et que ni le chlore ni l'acide n'attaquent les briques réfractaires à n'importe quelle température.

L'opération n'est pas basée sur un phénomène de dissociation, mais bien de réaction chimique avec production de chaleur, ce qui fait justement que le procédé est complet et donne un rendement total.

Veuillez agréer, etc.

Camille Faure,
Ingénieur électricien.

(1) Ch. Monchot. *Rapport sur les mines de Raposos, Espirito-Santo, Borges et Possegem* (Paris, Imprimerie nouvelle, 1884).

(2) Voir le *Génie Civil*, tome XX, n° 24, p. 380.

INFORMATIONS

Filet flottant pour calmer la fureur des vagues.

On parle en ce moment avec intérêt d'une invention soumise à l'examen de la Commission technique de la Société centrale de Sauvetage, et dont l'auteur est le baron d'Alessandro.

Cette invention consiste à recouvrir la surface de la mer avec un mince filet rendu, par une préparation spéciale, flottant et insubmersible. Le filet n'émerge pas sensiblement au-dessus de la surface de la mer, n'offre aucune prise au vent et joue le rôle d'une simple couche d'huile. Comme cette dernière, il diminue les dangereux effets de grosse mer en supprimant les brisants.

A ce sujet, les marins ont fréquemment observé le calme produit par les algues flottantes appelées *filum*, et qu'on rencontre dans certaines parties de la mer du Nord.

Or, le filet Alessandro imite parfaitement la nature de ces algues et remplace le filage de l'huile.

Des expériences ont été tentées dans la presqu'île de Quiberon, en dehors des brise-lames, avec un filet de 1 000 mètres carrés, dont le fil, de quatre en quatre, est, par une composition spéciale, rendu imputrescible et flottant sans submersion possible. La maille a 5 centimètres de grandeur; le filet est bordé par une forte ralingue.

Le ministère de la marine va faire étudier cette invention par une Commission spéciale.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 1er avril 1892.

Présidence de M P. Buquet.

L'assainissement de Paris et le tout à l'égout. — M. Duvillard estime que le projet d'assainissement de Paris, au moyen du tout à l'égout, exige, non seulement pour être utiles, mais même pour ne pas devenir dangereux, des quantités d'eau bien supérieures à celles qui sont prévues; il considère comme mauvais le procédé d'épandage sur le sol, qui, surtout par la pluie ou la gelée, ne pourra filtrer les 9 mètres cubes qu'il recevra pas mètre carré. Ce qu'il faut, c'est que les vidanges soient rejetées au loin avant toute fermentation et que l'évacuation par la Seine soit rendue plus rapide. M. Duvillard propose d'atteindre ce résultat et en même temps d'augmenter la quantité d'eau potable en faisant une prise d'eau dans le lac Léman.

Cette canalisation coûterait 400 millions, mais le projet actuel en coûtera 200 et ne donnera pas, comme le précédent, 24 mètres cubes d'eau par seconde.

M. Herscher regarde comme mal fondées les craintes relatives au système du tout à l'égout; on connaît aujourd'hui toutes les règles à suivre pour obtenir par l'épandage une épuration excellente, sans exécuter des travaux aussi onéreux que ceux dont il vient d'être question. D'ailleurs, l'eau nécessaire à l'application de ce système ne manque pas à Paris; ce qui y est mal installé, c'est le mode de distribution de l'eau de source.

L'éclairage électrique des gares. — M. G. Dumont expose, dans un résumé à la fois concis et complet, les différents principes et les différentes formules sur lesquelles repose un projet d'éclairage à l'électricité. Il s'attache ensui l'étude des dispositions applicables aux gares et en particulier aux gares de triage. Il examine en détail l'installation de l'usine centrale, de la canalisation, des lampes, et discute les avantages que présentent, suivant les différents cas, comme appareils de secours, des machines supplémentaires ou des accumulateurs.

La vapeur surchauffée. — La communication, faite sur ce sujet dans la dernière séance, par M. Thareau, donne lieu à diverses observations. M. Lencauchez dit que pour connaître exactement la cause de la grande économie constatée avec le surchauffeur, il faudrait savoir combien d'eau entraînée contenait la vapeur; si cette quantité est élevée, le rôle du surchauffeur revient à celui d'un second vaporisateur. Avec des machines à enveloppes, M. Lencauchez pense que la vapeur à haute pression, bien sèche, est d'un emploi préférable à celui de la vapeur surchauffée.

M. Richard signale comme pouvant éclairer cette question l'ouvrage de M. Dwelshauvers-Dery sur l'étude calorimétrique de la machine à vapeur; la surchauffe est utile si elle est telle que la vapeur soit, au commencement de l'échappement, complètement sèche.

M. Thareau rappelle qu'il a fait précédemment observer que l'emploi du surchauffeur est particulièrement avantageux avec des chaudières donnant de grands entraînements d'eau. Quant à la circulation de la vapeur surchauffée dans les enveloppes de machines à deux cylindres, M. Walther-Meunier ne la recommande pas.

Les chemins de fer à voie étroite (suite et fin). — Dans la discussion relative aux chemins de fer à voie étroite, diverses critiques ont été faites à la voie de 0m 60.

M. Grille y répond; il démontre en particulier que la faiblesse de la vitesse et l'étroitesse de la voie ne sont pas des inconvénients pour des chemins de fer placés sur accotement de route, puisque la rapidité de la marche et le gabarit des véhicules sont limités par des règlements.

La voie de 0m 60 et la voie de 1 mètre ont chacune leurs avantages: le rôle de l'Ingénieur est, suivant les circonstances, de les déterminer.

M Level adopte les conclusions précédentes. S'il n'est pas nécessaire, dans l'intérêt de la défense nationale, d'établir une voie normale, on doit choisir la voie la plus avantageuse au point de vue financier.

M. Vauthier estime qu'il faut éviter de créer des voies de largeurs diverses, de manière à ne pas multiplier les transbordements. D'ailleurs, les chemins de fer à voie étroite sont des appareils d'une puissance inférieure et qu'il est illusoire de considérer comme économiques.

M. Drouin reconnaît que la voie de 0m 60 peut être utile, mais il lui reproche d'avoir voulu atteindre la puissance de la voie de 1 mètre. Quant à celle-ci, elle peut être fort économique; elle le serait surtout si les grandes Compagnies et les Ingénieurs du contrôle n'avaient pas trop d'exigences vis-à-vis des chemins de fer d'intérêt local.

M. Pontzen, à propos d'une ligne à voie normale nouvellement établie aux Etats-Unis dans des conditions qui en font *le chemin de fer le meilleur marché du monde*, fait valoir que pour des embranchements de petite longueur, il y a avantage à conserver la voie normale.

P. Jannettaz,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 21 mars 1892.

Physique. — 1° *Sur les tensions des vapeurs saturées des différents liquides à la même pression.* Note de M. Edmond Colot, présentée par M. L. Cailletet.

M. Ed. Colot émet la loi suivante:

Entre les températures t et θ des vapeurs saturées de deux liquides quelconques qui correspondent à une même pression (températures correspondantes ou isobares) il existe une relation linéaire $t = A\theta + B$ où A et B sont deux constantes dont les valeurs dépendent de la nature des liquides considérés.

Un tableau, extrait d'un travail important, joint à cette note, permet de faire de nombreuses vérifications de l'exactitude absolue de cette loi pour certains liquides et de la très grande approximation qu'elle donne pour tous les autres.

2° *Absorption cristalline et choix entre les diverses théories de la lumière.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. H. Poincaré.

Chimie. — 1° *Sur la détermination des équilibres chimiques dans les systèmes dissous.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan;

2° *Combinaison de l'iodure cuivreux avec l'hyposulfite d'ammonium.* Note de M. E. Brun, présentée par M. Troost.

On sait que les hyposulfites alcalins dissolvent aisément l'iodure cuivreux; il semblait naturel d'attribuer cette action dissolvante à la formation d'un hyposulfite double ou même d'un tétrathionate. M. Brun présente dans cette note les résultats de ses recherches sur ces combinaisons, et les composés qu'il a pu obtenir renferment à la fois des quantités notables d'iodure et d'acide hyposulfureux, ce qui prouverait que la première hypothèse ne serait pas absolument exacte.

3° *Sur quelques bases homologues de la quinine.* Note de MM. E. Grimaux et A. Arnaud, présentée par M. Friedel.

MM. Grimaux et Arnaud ont montré précédemment que la cupréine, base tirée du quina cupréa, renferme un oxhydrile phénolique et qu'en raison de ce groupement elle peut, comme les phénols, donner des éthers par substitution de radicaux alcooliques. Ils ont obtenu l'éther méthylique, constaté qu'il est identique avec la quinine ordinaire, et ils ont décrit l'éther éthylique ou quinéthyline.

Pour étendre l'étude des éthers alcooliques de la cupréine, des quinines, ils ont préparé le dérivé propylique, le dérivé isopropylique et le dérivé méthylique dont l'étude fait l'objet de la présente note.

4° *Combinaison des acides gras avec les carbures éthyléniques.* Note de MM. Beral et Desgrez, présentée par M. Friedel;

Si les acides minéraux se combinent très facilement avec les carbures éthyléniques, il n'en est pas de même des acides organiques. Aussi MM. Beral et Desgrez ont-ils fait des recherches dans cet ordre d'idées et sont arrivés aux résultats suivants:

Les acides gras se fixent sur les carbures éthyléniques. Cette combinaison est fonction du temps et de la température.

Dans les expériences relatées dans cette note, la fixation des acides organiques s'est faite à la façon des acides minéraux, c'est-à-dire que le reste électronégatif de la molécule s'est fixé sur l'atome de carbone le moins hydrogéné.

Les auteurs présentent la préparation de l'acétate de capryline, de l'acétate d'éthylène et la diacétine du propylglycol.

Electricité. — *Sur un condensateur étalon.* Note de M. H. Abraham, présentée par M. Lippmann.

Dans cette note, M. Abraham donne la description d'un condensateur à lame d'air qu'il a établi, dont la capacité, voisine de 500 unités C. G. S. électrostatiques, peut être calculée avec une précision atteignant le dix-millième.

2° *Sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. Gouy.

M. Gouy, qui avait fait une communication sur les phénomènes électro-capillaires (séance du 1er février 1892), donne dans la présente note quelques détails complémentaires sur ses expériences relatives aux phénomènes électro-capillaires avec le mercure pur et divers électrolytes.

Agriculture. — *De la présence, dans la paille, d'un ferment aérobie, réducteur des nitrates.* Note de M. E. Bréal, présentée par M. P. P. Dehérain.

M. Bréal signale l'existence d'un ferment aérobie agissant en sens inverse de celui dont MM. Schlœsing et Muntz ont constaté l'existence dans toutes les terres labourées, car il réduit les nitrates.

Ce ferment se rencontre dans les pailles, et sans doute dans tous les débris végétaux. Si l'on examine avec soin une paille, en se servant comme réactif du sulfate de diphénylamine, on constate qu'elle porte presque toujours à la surface des traces de nitrates; mais si on la maintient pendant quelques jours dans l'eau, le réactif n'indique plus d'acide nitrique, et pourtant il permet d'en reconnaître 10 000 000/1er.

En ajoutant successivement à l'eau de la paille des quantités croissantes de nitrates, on les voit rapidement disparaître.

Cette réduction de l'acide azotique est due à un ferment, car si l'on stérilise la paille mouillée par la chaleur ou par un antiseptique comme le bichlorure de mercure, les nitrates ne disparaissent plus.

Astronomie. — *Sur la périodicité commune aux taches solaires et aux aurores boréales.* Extrait d'une note de M. Terby, présentée par M. Faye.

G. Petit,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Des Chemins de fer au point de vue du transport des voyageurs et des marchandises, par M. J. Bédarride, avocat près la Cour d'appel d'Aix. Troisième édition, revue et annotée par M. Rivière, conseiller à la Cour de Cassation. — Deux volumes in-8°. Chevalier Maresecq et Cie, Paris. — Prix, **18** francs.

Le traité de M. Bédarride, dont MM. Chevalier-Maresecq et Cie viennent de publier une troisième édition, est connu depuis longtemps et jouit d'une grande autorité dans le monde judiciaire. Dans cet ouvrage sont exposés tous les principes concernant les conditions imposées aux Compagnies de chemins de fer; la classification des tarifs; l'égalité dans la perception des taxes; les traités de factage, camionnage et de correspondance; le transport des voyageurs; le transport des marchandises; les obligations des expéditeurs au départ; celles du destinataire à l'arrivée; les obligations des Compagnies soit au départ, soit à l'arrivée; leur responsabilité vis-à-vis du voyageur et vis-à-vis des expéditeurs; les actions en responsabilité; les déchéances et prescriptions; les questions de compétence; toutes les difficultés, enfin, auxquelles donnent lieu fréquemment le transport des marchandises et celui des voyageurs. Cette nouvelle édition est, grâce aux judicieuses et savantes annotations de M. Rivière, tenue au courant de tout ce qui a été écrit d'intéressant sur les chemins de fer, de tous les jugements et arrêts récents ayant une importance au point de vue des principes des nouvelles lois, et notamment de celle du 11 avril 1888 qui a modifié les articles 105 et 108 du Code de commerce. En résumé, ce livre contient une étude complète et approfondie des rapports des Compagnies de chemins de fer avec les particuliers, et peut être considéré comme un de ceux qui ont le mieux envisagé cette importante partie de l'exploitation commerciale des chemins de fer.

Pour tous les articles non signés,

Le Gérant : Max de Nansouty,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TOME XX. — PREMIER SEMESTRE 1891-1892

AGRICULTURE

Pages

Concours (le) agricole de Paris. R. Lezé (n° 16). 267
Peuplier (le) régénéré. Henri Mamy (n° 15) . 246

ARCHITECTURE

Académie des Beaux-Arts. Élection d'un membre dans la section d'architecture (n° 21) . . 351
École spéciale d'architecture. Séance d'ouverture (10 novembre 1891) (n° 4) 63
Mairie (la nouvelle) du x^e^ arrondissement, à Paris. *(Planche XVIII)*. G. Foris (n° 17). . 277
Théâtre. Transformation du théâtre de la Porte-Saint-Martin. L. de Thunimont (n° 17). . . 278

ART MILITAIRE

Canon. Essais d'un canon à tir rapide du système Hontoria (n° 6) 103
Canons. Essais de canons Canet de 32 centimètres, de 40 calibres, montés en tourelle barbette. P. Merveilleux du Vignaux (n° 6). 89
Canons. Essais des canons à tir rapide Canet, à bord du *Presidente Pinto* (n° 19) 309
Canons. Les nouveaux canons à tir rapide du Creusot. Lettre de M. H. Schneider à MM. de la Ferronays et Clémenceau (n° 7). 118
Charrue. Utilisation de la charrue en temps de guerre. F. Chaudy (n° 5) 83
Essais de tir sur des plaques de blindage en acier spécial, à Sevran-Livry. L. Baclé (n° 22). 364
Service militaire à l'École Centrale. Visite du Ministre de la Guerre et du Ministre de l'Industrie et du Commerce. Max de Nansouty (n° 26). 417
Tourelle (la) oscillante de la Compagnie des forges de Saint-Chamond. G. Foris (n° 25). 404

BEAUX-ARTS

Académie des Beaux-Arts. Election d'un membre dans la section d'architecture (n° 21). . 351
Académie des Beaux-Arts. Séance du 5 décembre 1891 (n° 6) 102
Céramique. Réorganisation de la manufacture de Sèvres. Rapport au Président de la République française, par le ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts (n° 8). . . 137

BIBLIOGRAPHIE

Agenda du fabricant de sucre et du distillateur, traduit de l'allemand par H. Pellet et L. Biard (n° 2) 32
Agenda Oppermann pour 1892, à l'usage des ingénieurs, architectes, agents-voyers, conducteurs de travaux, mécaniciens, industriels, entrepreneurs. Carnet de poche (n° 8) . . . 140
Aide-Mémoire de l'ingénieur électricien. Recueil de formules et renseignements pratiques (n° 19). 320
Aide-Mémoire de physique, par L. Jammes (n° 13). 220
Almanach-Annuaire de l'électricité et de l'électrochimie (année 1892), par Leclerc (n° 16). 268
Aluminium (l'). Fabrication, emploi, alliages, par Ad. Minet (n° 19) 320
Annales de l'Institut national agronomique, fascicule XII, (11^e^ et 12^e^ années) (n° 13). . . 220
Année (l') électrique, par Ph. Delahaye (n° 19). 320
Année (l') scientifique, (35^e^ année), par Louis Figuier (n° 16). 268
Annuaire du bureau des Longitudes pour 1892 (n° 15). 252
Annuaire spécial des chemins de fer belges, par M. Félix Loisel (n° 1) 16
Application de l'eau sous pression. Projet de manutention hydraulique dans une gare de chemin de fer, par L. Vigreux (n° 3) 48
Architectes (les) et leurs rapports avec les propriétaires, les entrepreneurs et les tiers dans les travaux particuliers et publics, par David de Penanrun (n° 5) 84
Atlas statistique de la Ville de Paris (n° 24). . 398
Canal de Panama. *Le tarif à appliquer à Panama et les revenus probables du Canal*, par A. Dumas. Analyse bibliographique. F. Desquiens (n° 8) 129
Carnet du constructeur. Recueil de moments d'inertie relatifs à 3263 poutres composées, par Chevalier et Brun (n° 11) 183
Cartes commerciales du Honduras et du Salvador (n° 20). 336
Chaleur (la). Leçon élémentaire sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie, par J. Clerk Maxwell. Édition française d'après la huitième édition anglaise, par G. Mouret (n° 1) 16
Chemin de fer Métropolitain. Traction du Métropolitain parisien, par Léon Francq jeune (n° 16). 268
Chemins de fer (les) à crémaillère, par M. Lévy-Lambert G. Foris (n^os^ 20, 24) 336, 395
Chemins de fer (des) au point de vue du transport des voyageurs et des marchandises, par J. Bédarride (n° 26). 432
Chemins de fer (les) et les tramways, par Adolphe Schœller (n° 24) 400
Chemins de fer (les). Historique ; construction ; exploitation, par Georges Mayer (n° 13) . . 220
Chemins de fer. Notions générales et économiques, par Léon Leygue (n° 24). 400
Chimie (la) des teinturiers, par M. O. Piéquet (n° 8) 140
Code des valeurs à lots. Attribution de l'indemnité, par Maurice Dumont. — *Notice sur les procédés de tirage*, par M. Lucien Louvet (n° 1) 16
Compteurs électriques (Die elektrischen Verbrauchsmesser), par Etienne de Fodor (n° 4). 64
Cours de physique mathématique. Thermodynamique. Leçons professées pendant le premier semestre 1888-89, par H. Poincaré, rédigées par J. Blondin (n° 7). 120
Dictionnaire des Arts et Manufactures. 7^e^ édition (n° 16) 268
Dictionnaire (nouveau) d'économie politique, publié sous la direction de MM. Léon Say et Joseph Chailley (n° 24). 400
Dictionnaire juridique et pratique de la propriété bâtie, par H. Ravon et C. Collet-Corbinière (n° 3) 48
Distribution de l'électricité par installations isolées, par R.-V. Picou (n° 17). 288
Eaux (les) d'égout industrielles et ménagères, par Jean de Mollins (n° 11) 188
Electricité (l') dans la nature, par G. Dary (n° 4) 64
Electricité (l'), notions et applications usuelles, par Aug. Michaut (n° 7) 120
Emplois (les) industriels, médicaux et hygiéniques de l'oxygène, de l'ozone et de l'acide carbonique, par A.-M. Villon (n^os^ 2, 9). . 32 56
Enseignement (l') technique à l'Exposition de 1889. Rapport fait au nom du jury par M. Paul Jacquemart (n° 3). 48
Esclavage, Islamisme et Christianisme, par le capitaine Binger (n° 9) 156
Etapes (les) de la science. Chronique documentaire, par M. Émile Gautier (n° 18) 304
Etude sur l'emploi des pieux métalliques dans les fondations d'ouvrages d'art, par C. Grange (n° 11). 183
Etude théorique et pratique sur les engrenages, par Albert Hugon (n° 8) 140
Fabrication des tubes sans soudure, procédé Mannesmann. Conférence faite à la Société des Ingénieurs allemands, par F. Reulaux, traduction de M. Firminhac (n° 15) 252
Hydraulique, par A. Flamant (n° 4) 64
Industrie (l') électrique. Revue de la science électrique et de ses applications industrielles. Rédacteur en chef : E. Hospitalier (n° 11). . 188
Industries (les) du lait, par R. Lezé (n° 13). . 220
Leçons sur les métaux, par M. Ditte (n° 6) . . 104
Lettres et souvenirs de voyage : Algérie, Panama, par A. Danbies (n° 12) 204
Lyon à l'Exposition universelle de 1889, par Adrien Storck et Henri Martin (n° 13) . . . 220
Machine (la) à vapeur, son origine et ses progrès, par F. Castelnau (n° 4). 64
Manuel (Petit) d'installation de la lumière électrique. L'éclairage électrique chez soi, par H. B. de Laqueuille (n° 20). 336
Manuel du serrurier, du chaudronnier en fer, de l'architecte-maçon, du menuisier-modeleur, par M. Yves Guédon (n° 1). 16
Manuel populaire des premiers soins à donner aux malades et aux blessés (n° 15) 252
Manuel pratique de l'électricien, guide pour le montage et l'entretien des installations électriques, par E. Cadiat (n° 4). 64
Manuel pratique de phototypie, par J. Voirin (n° 23). 384
Marché (le) financier en 1891, par Arthur Raffalovich (n° 20). 336
Materiales de construccion, par D. Manuel Pardo (n° 22). 368
Matériel (le) agricole, par J. Buchard (n° 10) . 172
Mécanique professionnelle : outils, organes, machines élémentaires avec tableaux proportionnels, par M. Ch. Casalonga (n° 25. . . . 416
Minoterie : appareils de nettoyage des blés ; moulins à meules et à cylindres : bluteries à farine ; sasseur pour gruaux et semoules, par Armengaud aîné (n° 6) 104
Moteurs (les nouveaux) à gaz et à pétrole, par M. G. Richard (n° 6) 104
Moteurs (les) à gaz et à pétrole, par M. Gustave Richard. Analyse bibliographique. Max de Nansouty (n° 12). 201
Moteurs (les) électriques à champ magnétique tournant, par R.-V. Picou (n° 17). 288
Moteurs (les) hydrauliques actuels. Traité théorique et pratique, par J. Buchetti (n° 20). . 336
Nil (le), le Soudan et l'Égypte, par A. Chélu. Édouard Mariette (n° 25). 415

Digitized by Google

Pages

Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques, par M. Maurice d'Ocagne. Paul TERRIER (nos 4, 5 et 6) . . 58, 72, 97
Notes et Formules de l'Ingénieur et du constructeur-mécanicien, par Ch. de Laharpe (n° 2). 32
Paris Port de Mer, par A. Bouquet de la Grye (n° 13) 220
Pétrole (le) et ses applications, par Henry Deutsch (n° 4) 64
Phototypie (la) pour rien, sans étuve ni presse, par A. Tournois (n° 24) 400
Principes d'assainissement des habitations et des villes, par P. Pignan (n° 20) 336
Quarante-cinq plans de pose pour téléphones magnétiques, microphones, par G. Benard (n° 24) 400
Rapports du jury international de l'Exposition universelle de 1889. — Groupe I, Œuvres d'art, classes 1 à 5 *bis* (n° 3) 48
Résistance des matériaux, par A. Madamet (nos 3 et 24) 48, 400
Revue universelle des Inventions nouvelles. Arts chimiques. Sommaires (nos 9, 10, 11, 13, 15, 17 18, 19, 21 et 22). 156, 172, 188, 220, 252, 288, 304, 320, 352, 368
Science (la) amusante, 2e série, par Tom Tit (n° 9) 156
Souvenirs et récits d'un aérostier militaire de l'armée de la Loire (1870-1871), par Gaston Tissandier (n° 6 104
Tables et graphiques pour le calcul des arches surbaissées en maçonnerie, d'après la méthode de M. Tourtay, par N. de Tédesco (n° 2) . . 32
Tarif (le) à appliquer au canal de Panama et les revenus probables, par A. Dumas (n° 6). 104
Télégraphie (la) Duplex, théorique et pratique, par J. Pégot (n° 16) 268
Théorie de l'élasticité des corps solides, par M. Emile Mathieu (n° 9). 156
Théorie de l'invention, par Th. Wiesemann (n° 16) 268
Théorie (sur la) des équations différentielles du premier ordre et du premier degré, par Léon Autonne (n° 20) 336
Traité de chimie agricole, par M. P.-P. Dehérain, de l'Institut. (n° 24) 400
R. LEZÉ (n° 25). 412
Traité d'hydraulique, par M. A. Flamant. Compte rendu bibliographique. FORIS (n° 2). 26
Traité de photométrie industrielle, spécialement appliquée à l'éclairage électrique, par M. A. Palaz (n° 17) 288
Traité de physique industrielle, production et utilisation de la chaleur, par L. Ser (n° 3). 48
Traité élémentaire d'électricité pratique, par R. Boulvin (n° 20) 336
Traite élémentaire de l'objectif photographique, par L. Wallon (n° 7) 120
Traité pratique d'électricité, de M. Félix Lucas. Résumé bibliographique. (n° 8) 140
Maurice LÉVY (n° 13) 213
Traité pratique d'électricité à l'usage des Ingénieurs et des constructeurs, par Félix Lucas (n° 24) 400
Traité théorique et pratique de la concurrence déloyale, par Henry Allart (n° 14). 236
Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par A. Witz (n° 3). 48
Transmission de la force motrice par air comprimé ou raréfié, par A. Gouilly (n° 17) 288
Trois mois en Irlande, par Mlle M.-A. de Bovet (n° 2) 32
Vin (le) et la pratique de la vinification, par V. Cambon (n° 17) 288

CHEMINS DE FER

Accouplement métallique pour conduites des freins à air comprimé. *(Correspondance.)* A. DORMOY (n° 14) 228
Agrafe (nouvelle) pour fixer les rails sur les traverses métalliques. *(Correspondance.)* A. DUFOUR (n° 14) 230
Chauffage (le) des trains de chemins de fer. *(Planche XVII.)* Max DE NANSOUTY (nos 16, 19 et 24). 254, 310, 392
Chauffage (le) des trains de chemins de fer. *(Correspondance.)* M. CHEVRIER (n° 22). . . 367
Chemin de fer électrique Heilmann. *(Correspondance.)* G. DE SAINT-ARRAIL (n° 5). . . 81
Chemin de fer à vitesses multiples ou trottoirs mobiles. Ernest PONTZEN (n° 23) 373

Pages

Chemin de fer pour navires (travaux du) dans l'isthme de Chignecto. (Nouvelle Ecosse.) (n° 2) 17
Chemin de fer (le) transcaspien. (n° 4). . . . 63
Chemins de fer (les) à crémaillère, par M. Lévy-Lambert. G. FORIS (n° 24). . . . 395
Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés. H. HEUDE (nos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23) 238, 256, 283, 297, 312, 328, 347, 352, 380
Collision entre deux trains en Amérique. (n° 25) 413
Comité consultatif des chemins de fer. Nomination des membres du Comité pour les années 1892 et 1893 (n° 15) 251
Éclairage des trains par l'électricité. Accident du train du Great-Northern (n° 1). 15
Éclairage des trains par l'électricité (n° 3). . . 47
Éclairage électrique du tunnel des Batignolles, (gare Saint-Lazare, Paris) (n° 18) 303
Fermeture automatique des portières des voitures à voyageurs sur les chemins de fer. *(Correspondance.)* F. LASSERRE (n° 2) . . . 29
Gare à voyageurs de Saint-Louis (Missouri) (n° 9) 150
Gare de triage de Shildon sur le North-Eastern Railway (Angleterre) (n° 14) 227
Locomotive (la) électrique de MM. H. Bonneau et E. Desroziers. Max DE NANSOUTY (n° 22). 355
Locomotive « Express » de la Compagnie des chemins de fer américains Philadelphie à Reading (n° 14) 228
Locomotives mixtes à grande vitesse nos 801 à 812 de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. *(Planche XIV.)* (n° 13) 205
Métropolitain. Nouvelle extension du chemin de fer métropolitain à Londres (n° 1) . . . 15
Métropolitain (le) souterrain de New-York. *(Correspondance.)* Auguste ROSSI (n° 3) . . 46
Résistances (Note sur les) à la traction, allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer. MUSSY (nos 16, 18 et 24) 259, 295, 390
Secrétariat général de la Compagnie de chemins de fer de l'Ouest. Nomination de M. A. Foulon (n° 18) 303
Signaux. Rappel à ressort pour signaux de chemins de fer. G. PETIT (n° 25) 413
Statistique des accidents de chemins de fer. V. TURQUAN (nos 3, 4, 6, 7). . . 43, 54, 99, 113
Statistique des accidents de chemins de fer. Max DE NANSOUTY (n° 13). 209
Tarifs. Les nouveaux tarifs de grande vitesse des grandes Compagnies de chemins de fer. G. FÉOLDE (nos 21, 22, 23) 345, 360, 378
Tarifs. Modifications de la tarification de grande vitesse (n° 16) 258
Train d'essai de vitesse de la Compagnie du Nord entre Paris et Calais (n° 2) 28
Trains continus et trottoirs à vitesses multiples. *(Correspondance.)* Eugène HÉNARD (n° 25) . 408
Tramway funiculaire de la rue Broadway à New-York. *(Planche X.)* (n° 9). 142
Tramway funiculaire de Los Angelos (Californie). *(Planche XV.)* (n° 14). 224
Tramways. Application de la loi du 11 juin 1880 à une demande en concession de tramways. *(Correspondance.)* THEREL (n° 21) . . 350
Travail (le) des agents et la sécurité des voyageurs dans les chemins de fer. G. LATOUCHE (n° 4) 53
Vitesses américaines (n° 9). 154

CHIMIE INDUSTRIELLE

Action de la lumière solaire sur le vin (n° 6). 103
Altération des peintures artistiques. P. JANNETTAZ (n° 15) 242
Appareil de rectification automatique et continue des alcools par première distillation, de M. O. Perrier, Ingénieur des Arts et Manufactures. DELANNOY (n° 11) 181
Clairçage (Nouveau procédé pour le) du sucre. *(Correspondance.)* P. EMPEREUR (n° 14) . . 229
Concentration de l'acide sulfurique. *(Correspondance.)* L. DUCASSE (n° 14). 231
Conservation des poteaux télégraphiques (n° 7) 119
Conservation (Nouveau procédé de) des viandes (n° 16) 267
Couleur métallique (n° 19). 319
Couleurs (les) d'aniline. G. MOREAU (n° 2) . . 19

Pages

Dosage du phosphore et de l'arsenic dans les minerais de fer et les produits métallurgiques (n° 24) 398
Dosage volumétrique du cuivre. H. VIGNAL (n° 2) 30
Explosifs. — Fabrication des poudres et explosifs nitrés. Acides et sous-produits. P.-F. CHALON (nos 3, 4 et 5). 39, 51, 71
Falsification des beurres (n° 20) 335
Fécule. Désinfection et blanchiment de la fécule par l'électricité. F. DESQUIENS (n° 13). 213
Kaolin (Essai du) (n° 18) 303
Ozonine (l') (n° 17). 287
Teinture. — Les établissements de teinture et apprêts Chappat et Cie, à Clichy-la-Garenne. Henri MAMY (n° 17). 269
Vins mousseux (Fabrication des) (n° 6) . . . 102

CONFÉRENCES

Conférences publiques à la Bibliothèque Forney (n° 18). 303
Conférences sur la photographie au Conservatoire des Arts et Métiers (n° 15). 250
Conférences sur les questions ouvrières à l'Ecole libre des sciences politiques (n° 14) . . 235

CONSTRUCTIONS CIVILES

Cheminée en acier de l'Exposition de Chicago (n° 19). 319
Comble de la nouvelle gare du Pennsylvania Railroad, à Jersey City. *(Planche IX.)* G. RICHOU (n° 8) 126
Maison à doubles parois avec chauffage à l'intérieur des murailles. CH. SOMASCO (n° 10) . 168
Procédé employé pour construire une maison à Denver (Colorado), Etats-Unis. *(Planche III.)* (n° 3) 34
Rupture d'un réservoir à pétrole pendant l'épreuve (n° 13). 209
Station thermo-minérale de Dax. *(Planche V.)* G. PETIT (n° 4). 49

CONSTRUCTIONS NAVALES

Bateau de sauvetage Sims-Edison (n° 21) . . . 351
Lancement du cuirassé de ligne le *Brennus*, à Lorient, le 17 octobre 1891 (n° 1) 14
Lancement du *Goëland*, à Paris (n° 17). . . . 270
Machines (les) du *Wai*, bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert de la Bombay Steam navigation Co. *(Planche XI)* (n° 10) 157
Navire de haute mer, construit en deux tronçons séparables (n° 16). 253
Projet de transatlantique « à dos de baleine » (n° 14). 221
Réparation en mer de l'arbre d'un grand paquebot (n° 2). 24
Suppression (la) du roulis et du mal de mer (n° 19). 319
Torpilleurs. La modification des torpilleurs de 35 mètres. Gérard LAVERGNE (n° 2) 23

DISTINCTIONS HONORIFIQUES

Nominations et promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur à l'occasion du 1er janvier et de l'Exposition de Moscou en 1891 (n° 10) 171
Nominations dans l'ordre de la Légion d'honneur (n° 12) 203

ÉLECTRICITÉ

Affûtage électrique des limes, couteaux de diffusion, etc. SCHIELD-TREHERNE (n° 23). . . . 370
Avertisseur en cas d'inondations (n° 25). . . . 415
Canalisation électrique en papier durci (n° 8) . 139
Canalisations électriques. Une cause de danger des canalisations électriques. *(Correspondance.)* G. LESOURD (n° 24). 397
Chemin de fer électrique Heilmann. *(Correspondance.)* G. DE SAINT-ARRAIL (n° 5) . . . 81
Conjoncteur-disjoncteur automatique (n° 15). . 247
Courants (les) alternatifs de grande fréquence et de haut potentiel. ALSA (n° 20) 333
Éclairage des trains par l'électricité. Accident du Great-Northern (n° 1) 15
Éclairage des trains par l'électricité (n° 3) . . 47

Digitized by Google

Pages

Éclairage (l') électrique à Paris. Le secteur de la Compagnie parisienne d'air comprimé, et l'usine d'électricité du boulevard Richard-Lenoir. *(Planche IV.)* Max de Nansouty (n° 3) 35
Éclairage électrique de l'abattoir d'Aberdeen (Écosse) (n° 14) 235
Éclairage électrique de l'Exposition de Chicago en 1893 (n° 8) 139
Éclairage électrique du tunnel des Batignolles (gare Saint-Lazare, Paris) (n° 18) 303
Gravure par le télégraphe (n° 15) 248
Grue de cent tonnes mue par l'électricité, de M. C.-J. Bates. G. Foris (n° 23) 369
Indicateur optique permanent de M. J. Perry. E. Hospitalier (n° 5) 74
Lampes à arc Japy. G. Foris (n° 12) 195
Lampe (la) électrique à arc Japy. *(Correspondance.)* Japy frères et Cie (n° 13) 219
Lampes à incandescence. Du meilleur régime de fonctionnement pour les lampes à incandescence. André Larnaude (n° 1) 6
Locomotion (la) électrique d'Edison (n° 7) . . . 119
Locomotive (la) électrique de MM. H. Bonneau et E. Desroziers. Max de Nansouty (n° 22) . 355
Matériel (le) électrique construit par MM. Schneider et Cie, au Creusot. L. de Thunimont (n° 12) 192
Monte-escaliers électrique. F. Desquiens (n° 2). 24
Monte-escaliers (le) électrique. *(Correspondance.)* L. Viennot (n° 11) 187
Phosphore. Emploi de l'électricité dans la fabrication du phosphore (n° 15). 251
Tramways électriques du West-End, à Boston. F. Desquiens (n° 16) 265
Trembleur (nouveau) de M. E. Ducretet pour les bobines de Ruhmkorff (n° 20) 334
Tricycle électrique (n° 6) 103
Usine électrique. Projet d'installation d'une usine électrique à Briançon (Hautes-Alpes) (n° 20). 334

ENSEIGNEMENT

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers (1891-1892) (n° 15). 250
Service militaire à l'École Centrale. Visite du Ministre de la Guerre et du Ministre de l'Industrie et du Commerce. Max de Nansouty (n° 26). 417

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Accidents du travail. De la responsabilité et de la faute lourde en matière d'accidents du travail. S. Périssé (n°s 8, 9) 130 148
Caisses d'épargne (les) en France et à l'étranger. Paul Linder (n°s 20, 21). 325 343
Ecole des sciences politiques. Conférences sur les questions ouvrières. Conférence d'ouverture du 12 janvier 1892. E. Chevsson (n°s 16, 17) 262 285
Habitations ouvrières. Intervention des caisses d'épargne dans la construction d'habitations ouvrières. E. Cacheux (n° 8). 131
Office (l') du travail. Circulaire ministérielle (n° 2) 31
Office du travail à New-Jersey (Etats-Unis). Emile Cacheux (n° 15). 248
Offices (les) du travail en Amérique. E. de Billy (n° 10). 166
Participation (la) aux bénéfices et la caisse de retraites de la maison Muller et Roger, à Paris (n° 14) 235
Participation des ouvriers aux bénéfices. A. Gibon (n°s 3, 5, 6, 7, 9, 11). 37, 75, 94, 110, 144 184
Quantité de travail fournie par un ouvrier en Amérique du Nord et en Europe. V. Turquan (n° 16). 266
Revue des questions ouvrières par Max Duchanoy. — La grève des verriers. — La grève du Pas-de-Calais. — Limitation, par la loi, des heures de travail. — Réorganisation des caisses ouvrières. — Syndicats professionnels. — Coopération (n° 4) 61
La grève du Pas-de-Calais. — La mine de Monthieux. — Statistique des grèves. — Statistique des salaires. — La question des huit heures en Angleterre. — Coopération et participation aux bénéfices (n° 9). 148
Le travail des femmes et des enfants. — La participation aux bénéfices dans les travaux publics. — Assurances contre les accidents. — L'office du travail, la Bourse du travail, les

Pages

syndicats ouvriers. — Vœux des artisans allemands. — Les habitations ouvrières (n° 14) 231
Les grèves. — Les congrès du mois de février. — Syndicats ouvriers. — Tribunaux arbitraux. — Participation (n° 18) 301
Les grèves. — Le travail dans les manufactures. — La loi Bovier-Lapierre sur les syndicats. — Loi sur les conseils de prud'hommes. — L'éligibilité des délégués mineurs. — Les assurances. — Les habitations ouvrières. — Conférences populaires (n° 22). 365
Situation respective de la France vis-à-vis des Etats étrangers, sous le régime du 1er février 1892. Emile Bert (n° 14) 233
Société pour l'étude de la participation aux bénéfices. Séance du 20 mars 1892 (n° 21). . . 351

ÉTUDES ET TRAVAUX PARLEMENTAIRES

Etudes et travaux parlementaires, par G. Latouche. — Travail (le) des agents et la sécurité des voyageurs dans les chemins de fer (n° 4) 53
Accidents de chemins de fer. Proposition de loi relative à la réorganisation du service du contrôle de l'exploitation des chemins de fer (n° 7). 115
Modifications à la loi sur les sociétés en vue de faciliter la participation aux bénéfices et de la compléter en ce qui concerne les sociétés civiles (n° 9) 149
Arbitrage. Projet de loi sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs en matière de différends entre patrons et ouvriers ou employés (n° 24). 397
Révision du tarif des douanes. (*Suite.* — Voir tome XIX, n° 1, p. 13; n° 3, p. 47; n° 4, p. 65; n° 5, p. 77; n° 6, p. 93; n° 7, p. 112; n° 8, p. 129; n° 10, p. 159; n° 11, p. 178; n° 13, p. 213; n° 14, p. 228; n° 15, p. 242; n° 16, p. 263; n° 19, p. 312; n° 21, p. 340; n° 23, p. 378.) Emile Bert (n°s 3, 5, 7 et 13). 43, 78, 116, 217
Révision du tarif douanier. Les droits de douane sur les pétroles. Emile Bert (n° 5) 79

EXPOSITIONS

Exposition internationale de l'alcool et des industries de fermentation (Paris, 1892) (n° 23). 383
Chicago et son exposition en 1893 *(Correspondance.)* A. Barre (n° 3). 45
Exposition (l') de Chicago. — Les hautes maisons américaines *(Planche VIII)*. — La bibliothèque. — Le chemin de fer glissant à l'Exposition de Chicago. *(Correspondance.)* R. Madison (n° 7). 107
Exposition de Chicago. La grande tour de 315 mètres projetée pour l'Exposition de Chicago, en 1893. Ernest Pontzen (n° 10). 159
Exposition de Chicago. — Décision de la Chambre de Commerce de Paris (n° 16) 266
Exposition internationale de Chicago (n° 25). . 406
Exposition internationale de photographie (n° 24). 398
Exposition vinicole, viticole, industrielle, horticole et des beaux-arts de la ville de Béziers (n° 1) 15

GÉNIE CIVIL

Convocation à l'Assemblée générale ordinaire (n° 18). 303

HYDRAULIQUE

Accumulateurs de la station de force motrice hydraulique de Birmingham. *(Planche XXIII)* (n° 22). 359
Élévations et distributions d'eau, système Carré. Henry Mamy (n° 19) 305
Siphon élévateur. Elévation automatique des eaux. F. Desquiens (n° 20) 332
Traité d'hydraulique, par M. A. Flamant. Compte-rendu bibliographique. Foris (n° 2). 26
Utilisation des eaux de l'Aar (n° 15) 251
Utilisation des eaux de la Dranse (n° 10) . . . 171

HYGIÈNE

Assainissement de Marseille (n° 8) 132
Bains (les) d'ouvriers. Max de Nansouty (n° 25) 411
Concours de la Société française d'hygiène en 1892 et 1893 (n° 16). 267

Pages

Conservation (la) des viandes fraîches par le froid. Etat actuel de la question. Rapport adressé au Président de la République par le Ministre de la Guerre (n° 1) 3
Destruction des émanations de toutes provenances, sans l'emploi d'aucun produit chimique (système de Pindray). Foris (n° 7). . . 117
Eau. Elévations et distributions d'eau, système Carré. Henry Mamy (n° 19). 305
Epuration (l') des eaux industrielles, système Henri Desrumaux. F. Desquiens (n° 24). . . 385
Mesure de l'humidité des murs des habitations (n° 5) 83
Station thermo-minérale de Dax. *(Planche V.)* G. Petit (n° 4). 49
Tuberculose (la) et le matériel des chemins de fer (n° 7). 119

INDUSTRIE

Air comprimé. L'usine du quai de la Gare de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé (n° 5) 82
Ciment. Les usines de ciment Millot et Cie. Etude géologique et industrielle. Henry Mamy (n° 8). 121
Cirage. L'usine modèle de MM. Vve Ch. Leroy et Cie, à Levallois-Perret (Seine). — Fabrication du cirage Marcerou. *(Planche XXI.)* Max de Nansouty (n° 20) 321

JURISPRUDENCE

Chronique de jurisprudence, par Cunisset-Carnot. — I. Propriété industrielle. Brevet. Modèle et dessin de fabrique. Perfectionnement. — II. Transport des voyageurs par chemin de fer. Accident. Preuve de la faute. Responsabilité (n° 2) 29
I. Assurance contre les accidents. Déclaration par écrit. Déclaration verbale. Police. Indemnité. — II. Locations sans écrit. Preuve du contrat. Denier à Dieu. Usage de Paris. — III. Marque de fabrique. Propriété industrielle. Imitation. Bonne foi. Responsabilité (n° 9) 153
I. Transport par chemin de fer; Marchandises; Dépôt; Obligation. — II. Transports par chemin de fer; Marchandises; Tarif le plus réduit; Fausse direction; Responsabilité. — III. Surcharge d'une maison; dégâts causés aux étages inférieurs; Architecte; Entrepreneur; Responsabilité (n° 15) 249
I. Mission de l'architecte. Plans, devis, honoraires. Mission, révocation. — II. Accident. Assurance. Dommages-intérêts. Droits éventuels. Subrogation (n° 24) 396

MÉCANIQUE

Air comprimé. L'usine du quai de la Gare de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé (n° 5) 82
Ascenseur de 44 mètres pour voyageurs, établi à la station de Weehawken, près Hoboken (États-Unis) *(Planche VI.)* (n° 5) 73
Câble aérien transporteur. Ch. Beylier (n° 21). 340
Compresseurs d'air. Sur la répartition du travail dans les compresseurs d'air. A. Flamant (n° 1) 14
Dynamomètre de rotation de MM. Richard frères. A. Gouilly (n° 24) 395
Excavateur et amalgamateur combinés (n° 9) . 141
Frein à billes pour ascenseurs (n° 17) 287
Grue de cent tonnes mue par l'électricité, de M. C.-J. Bates. G. Foris (n° 23) 369
Grue hydraulique à quadruple action pour fours à réchauffer *(Planche XVI)* (n° 15) 245
Machine à vapeur de grande vitesse Willans, à tige de piston creuse et tiroir central. F. Delannoy (n° 17) 279
Machines-pilons marines à triple expansion de la Société J. Boulet et Cie *(Planche XXIV)*. F. Desquiens (n° 23) 372
Manivelle à bouton mobile supprimant les points morts (n° 25). 415
Marteau-pilon pneumatique pour poser les bandages de roues (n° 16). 264
Moteur rotatif Cloarec. O. Boulet (n° 21) . . . 339
Pompe demi-rotative Japy. G. Foris (n° 15). 245
Scie oscillante pour découper les lingots à chaud (n° 7) 105

Digitized by Google

Pages

Supports spéciaux pour tournage automatique des bandages de roues pour locomotives, tenders et wagons. *(Planche XX.)* E. Desgrandchamps (n° 19). 315
Vélocipède fonctionnant par le poids du corps (n° 2) 31
Vélocipédie. Fabrication des cycles. Félix Beaujouan et Yves Guédon (n°s 25 et 26) 401, 421
Volant (grand) à engrenages (n° 16) 264

MÉTALLURGIE

Accaparement des fontes. Réponse du Comptoir métallurgique de Longwy, à un article du *Jour* du 5 avril 1892, intitulé : *L'accaparement des fontes, un krach futur*. G. Aubé. (n° 25) 414
Acier. Progrès dans la fabrication de l'acier en Autriche-Hongrie. G. Bresson (n° 12). . . . 202
Aluminium (l'). Prix de revient. Nouveau procédé de M. Faure. Henry Thivel (n° 24). . . 389
Aluminium (l'). *(Correspondance.)* Camille Faure (n° 26) 431
Blindages. Les plaques de blindages en métal mixte et en acier, à propos d'essais récents pratiqués en Angleterre et en Amérique. L. Baclé (n°s 10 et 11) 161, 174
Coke. Propriétés physiques et chimiques du coke métallurgique. P. Rossigneux (n°s 1 et 2) 9, 21
Cuivre. Méthodes américaines modernes de fusion des minerais de cuivre. P. Leproux (n° 13) 212
Dosage du phosphore et de l'arsenic dans les minerais de fer et les produits métallurgiques (n° 24) 398
Essais de déformation jusqu'à rupture, pratiqués en Autriche sur des poutres préparées avec des profilés de diverses natures de métal. L. Baclé (n° 14). 226
Fonte. Fabrication de la fonte aux Etats-Unis. Max Duchanoy (n° 20) 330
Fours (les) portatifs oscillants de A. Piat et ses fils. Henri Mamy (n° 26). 419
Hauts fourneaux. Étude sur le roulement des hauts fourneaux américains. Urbain Le Verrier (n° 20) 331
Laminage de la tôle en feuilles continues, en partant du fer fondu ou de l'acier à l'état liquide. Communication de sir Henry Bessemer à *l'Iron and Steel Institute*. Foris (n° 1), 11
Presse (la) à forger de 4 000 tonnes, de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry. Demenge (n° 5) 65
Résistance des pièces coulées en bronze Roma. *(Correspondance.)* G. Guillemin (n° 14). . 230
Résistances (Note sur les) à la traction, allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chemins de fer. Mussy (n°s 16, 18 et 24) 259, 295, 390
Résistances élastiques du matériel de chemins de fer. Élasticimètre Neel et Clermont. *(Correspondance.)* L. Neel (n° 21). 351
Soufflures. La question des soufflures dans les moulages d'acier. E. de Billy (n° 8) . . . 126

MINES

Abatage à la mine d'un massif de 800 00 mètres cubes, à Brest, en novembre 1891, Max de Nansouty (n° 10) 170
Haveuse « Ingersoll-Sergeant ». Ernest Vlasto (n° 13) 211
Nickel. Présence d'insectes empâtés dans les minerais de nickel « Garnièrites » de la Nouvelle-Calédonie. *(Correspondance.)* Jules Garnier (n° 22) 366
Nickel. Présence d'insectes pseudomorphisés dans les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. *(Correspondance.)* Louis Pelatan (n° 23). 383
Ouro Preto et les mines d'or (Brésil). *(Suite.* Voir tome XVI, n° 13, p. 285 ; n° 14, p. 303 ; n° 15, p. 325 ; n° 16, p. 338 ; n° 17, p. 355 ; n° 18, p. 374 ; n° 19, p. 389 ; n° 21, p. 421 ; tome XVII, n° 1, p. 8 ; n° 2, p. 21, et tome XIX, n° 14, p. 221, et n° 15, p. 239) Paul Ferrand (n° 26). . , ... 427

MONOGRAPHIES

Chappat et C^ie^. Les établissements de teinture et apprêts Chappat et C^ie^, à Clichy-la-Garenne. Henri Mamy (n° 17). 269

Pages

Ciment. Les usines de ciment Millot et C^ie^. Étude géologique et industrielle. Henri Mamy (n° 8) 121
Cirage Marcerou. L'usine modèle de MM. veuve Ch. Leroy et C^ie^, à Levallois-Perret (Seine). Fabrication du cirage Marcerou. *(Planche XXI.)* Max de Nansouty (n° 20). . . . 321
Matériel (le) électrique construit par MM. Schneider et C^ie^, au Creusot. L. de Thunimont (n° 12). 192
Presse (la) à forger de 4.000 tonnes de la compagnie des Forges de Châtillon-Commentry. Demenge (n° 5). 65
Vélocipédie. Fabrication des cycles. Félix Beaujouan et Yves Guédon (n°s 25 et 26). 401, 421

NAVIGATION

Arrivages comparés du port d'Anvers en 1889, 1890 et 1891 (n° 17) 287
Association (l') technique maritime. Session de 1891. Léon Nivet (n°s 7, 9, 14, 15). . 106, 142, 223, 244
Canaux (les) et leurs progrès. Max de Nansouty (n° 26). 426
Congrès (cinquième) international de navigation intérieure. Paris 1892 (n° 6). 103

NÉCROLOGIE

Alphand (M.) (n° 7) 118
Bailly (M.), architecte (n° 12). 203
Bour (Léon). Notice nécrologique. Compère (n° 15). 251
Cornut (Ernest). Notice nécrologique. Compère (n° 12). 203
Daguin (M.) (n° 12). 203
Duval (Fernand-Raoul). Notice nécrologique. H. Rémaury (n° 15) 251
Garnier (M. J.-B.) (n° 12 203
Gros (Aimé) (n° 12). 203
Lalanne (Léon) (n° 22) 367
Mathieu (Henri) (n° 11). 187
Pommeraye (Henri de la) (n° 9) 153
Quatrefages (M. de) (n° 12) 203
Richet (M. le Professeur A.) (n° 10). 171
Vigreux (Léon) (n° 5). 82

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Aéro-humecteurs, système A. Schmid et A. Kœchlin. F. Delannoy (n° 2) 25
Air comprimé. L'usine du quai de la Gare de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé (n° 5) 82
Bâtiments à gradins pour le refroidissement de l'eau chaude (n° 14). 235
Éclairage au gaz. Utilisation du chlorure de calcium dans les canalisations de gaz (n° 8). 139
Gazogène Taylor, à sole tournante et à décrassage automatique. A. Fichet (n° 1). 7
Humidification de l'air dans les tissages et dans les filatures, système Kœrting. F. Desquiens (n° 17) 275
Maison à doubles parois avec chauffage à l'intérieur des murailles. Ch. Somasco (n° 10). . 168
Moteurs (les) à gaz et à pétrole, par M. Gustave Richard. Analyse bibliographique. Max de Nansouty (n° 12). 201
Pouvoir calorifique des combustibles. Détermination industrielle par l'appareil de M. P. Mahler. Ch. Talansier (n° 12). 197
« Steam loop » (le) ou boucle de vapeur, système Walter Burnham. Max de Nansouty (n° 17) 274

SCIENCES

Déformations (sur les) élastiques des arcs. *(Correspondance.)* F. Chaudy (n°s 19 et 21) 319, 351
Déformations (sur les) élastiques des arcs. *(Correspondance.)* Bertrand de Fontviolant (n°s 20 et 22). 335, 367
Mécanique (sur la) des phénomènes naturels, les lois physiques et les systèmes absolus d'unités *(suite)*. Voir tome XIX, n° 4, p. 62 ; n° 5, p. 74 ; n° 6, p. 90 ; n° 7, p. 105 ; n° 26, p. 428). Clavenad (n°s 3 et 4). . 41, 59
Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques, par M. Maurice d'Ocagne. Paul Terrier (n°s 4, 5 et 6). 58, 72, 97

Pages

Résistance des matériaux. Détermination graphique des moments fléchissants et des efforts tranchants produits dans une section donnée d'une poutre à deux appuis simples pendant la durée du passage d'un convoi sur cette poutre (le convoi pouvant être contenu entièrement ou non dans la travée). Bedaux (n° 19). 316

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Beaux-Arts. Élection d'un membre dans la section d'architecture (n° 21). . 351
Académie des Sciences. Extraits des comptes rendus, par G. Petit.
Séance du 5 octobre 1891 (n° 1). . . . 16
— 12 — — (n° 5). . . . 84
— 19 — — (n° 5). . . . 84
— 26 — — (n° 6). . . . 104
— 2 novembre — (n° 7). . . . 120
— 16 — — (n° 9). . . . 155
— 23 — — (n° 10). . . . 172
— 7 décembre — (n° 11). . . . 188
— 14 — — (n° 12). . . . 204
— 28 — — (n° 14). . . . 236
— 4 janvier 1892 (n° 16). . . . 268
— 11 — — (n° 17). . . . 288
— 18 — — (n° 18). . . . 304
— 25 — — (n° 19). . . . 320
— 1^er^ février — (n° 20). . . . 336
— 8 — — (n° 21). . . . 352
— 15 — — (n° 22). . . . 368
— 22 — — (n° 23). . . . 384
— 29 — — (n° 24). . . . 399
— 7 mars — (n° 25). . . . 416
— 14 — — (n° 25). . . . 416
— 21 — — (n° 26). . . . 432
Association des Chimistes de sucreries et de distilleries. Assemblée générale des 7 et 8 septembre 1891. Schield Treherne (n° 4). . . 63
Société centrale des Architectes français. Composition du bureau et du conseil (n° 9). . . 155
Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.
Séance du 23 octobre 1891 (n° 4). . . . 64
— 13 novembre — (n° 10). . . . 172
— 11 décembre — (n° 15). . . . 252
— — — (n° 16). . . . 268
— 8 janvier — (n° 18). . . . 334
— — — — (n° 23). . . . 384
Société de Géographie de Paris. Comptes rendus des séances, par Guill. Depping. Novembre 1891 (n°s 8, 9 et 12). 140, 156, 204
Société de l'Industrie minérale (1891). (n° 3). 48
Société des Agriculteurs de France. Banquet annuel (n° 18) 303
Société des Anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Bal annuel (n° 14) . . . 236
Société des Anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Renouvellement du bureau (n° 16) 268
Société des Ingénieurs civils. Extraits des comptes rendus, par P. Jannettaz.
Séance du 2 octobre 1891 (n° 1) 16
— 16 — — (n° 2) 32
— 6 novembre — (n° 4) 64
— 20 — — (n° 6) 104
— 4 décembre — (n° 11) 188
— 18 — — (n° 11) 188
— 8 janvier 1892 (n° 13) 220
— 22 — — (n° 15) 252
— 5 février — (n° 17) 288
— 19 — — (n° 20) 336
— 4 mars — (n° 20) 336
— 18 — — (n° 24) 399
— 1^er^ avril — (n° 26) 432
Société française d'hygiène. Banquet annuel de de la Société. Médailles décernées aux lauréats du dernier concours de la Société (n° 1). 16
Société industrielle du Nord de la France (1891) (n°s 6, 13, 19 et 24). . . . 104, 220, 320, 399
Société internationale des électriciens, Comptes rendus des séances, par Alsa.
Novembre 1891 (n° 8). 140
Décembre — (n° 9). 155
Janvier 1892 (n° 14). 236
Février — (n° 21). 352
Mars — (n° 24). 399
Société pour l'étude de la participation aux bénéfices. Séance du 20 mars 1892 (n° 21). . 351

Digitized by Google

STATISTIQUE

Pages

Album (l') de statistique graphique de 1890-91 (n° 8) 134
Atlas statistique de la Ville de Paris (n° 24). . 398
Production des vins et cidres en France, en 1891 (n° 7) 119

TRAVAUX PUBLICS

Amélioration des passes à l'entrée du port de New-York. *(Planche XXVI)* (n° 25) . . . 406
Aqueduc (l') de Nadraï (Indes) (n° 15) 237
Asphaltage (l') de la place du Parvis-Notre-Dame. F. Desquiens (n° 4) 50
Canal de la Baltique (les travaux du) *(Planche I.)* (n°s 1 et 2) 4, 18
Canal de Panama. — *Le tarif à appliquer à Panama et les revenus probables du canal*, par M. A. Dumas. Analyse bibliographique. F. Desquiens (n° 8) 129
Canaux (les) et leurs progrès. Max de Nansouty (n° 26). 426
Chemin de fer pour navires (travaux du) dans l'isthme de Chignecto (Nouvelle-Écosse) (n° 2). 17
Conditions de stabilité des ponts funiculaires du système Gisclard. *(Correspondance)* A.-F. Jorini (n° 19). 318
Construction d'égouts en ciment de Portland, à Melbourne (n° 14) 235
Dragues. — Grandes dragues marines de construction française. Capitaine L. Muller (n° 22) 353
Encombrement du sous-sol des rues de New-York (n° 9) 154
Essais des matériaux de construction. Rapport au Président de la République française par le ministre des Travaux publics (n° 14) . . 233
Excavateur américain pour canaux (n° 5). . . 83
Grue Titan du port de Leixoès (Portugal) *(Planche XXII.)* G.-L. Pesce (n° 21). . . . 337
Pont (le) Boucicaut, à Verjux (Saône-et-Loire). N. de Tédesco (n° 1) 5
Pont-canal. — Restauration du pont-canal de la Teyssonne, canal de Roanne à Digoin. Mazoyer (n° 23) 376
Pont de François-Joseph sur le canal du Danube, à Heiligenstadt, près Vienne *(Planche XXVII.)* (n° 26) 425
Pont du Midi (construction du) sur le Rhône à Lyon *(Planche XIX.)* Max de Nansouty (n° 18). 289
Pont (le) en arc de la Cerveyrette, à Briançon *(Planche VII.)* Foris (n° 6). 85
Pont (le) Washington construit sur le Harlem-River, à New-York *(Planche XIII.)* G. Richou (n° 12) 189
Pont-levis (nouveau système de) construit à Chicago (Etats-Unis) (n° 3). 33
Ports russes (les nouveaux) du bassin de la mer Noire. *(Planche XII)* A. Herrmann (n° 11). 178
Poussée des terres. Nouvelles expériences sur la poussée des terres (n° 25). 415
Rectification (la) du Danube et les travaux des Portes-de-Fer (n° 3). 47

VARIÉTÉS

Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs. *(Correspondance)* P. Crépy (n° 14) . . 230
Action de la lumière solaire sur le vin (n° 6) . 103
Altération (l') des peintures artistiques. P. Jannettaz (n° 15) 242
Appareil de photographie automatique de M. Enjalbert. G. Mareschal (n° 8) 138
Arcs de triomphe industriels. Max de Nansouty (n° 1) 1
Banquet du Comité de défense de la métallurgie, du 3 mars 1892 (n° 20) 335
Chambre de Commerce de Paris. — Nomination des Membres du Bureau pour l'année 1892 (n° 15). 251
Chronophotographie (la). G. Mareschal (n° 9). 152
Cyclone (le) de la Martinique. Lettre des délégués du Conseil général de la Martinique au sous-secrétaire d'Etat des Colonies (n° 3). . 47
Cyclone (le) de la Martinique (n° 5). 82
Diamants. La falsification des diamants (n° 1). 15
Emploi du nickel pur pour la construction des mesures de capacité (n° 16). 267
Enduit. Nouveau système de couverture dit *ciment de bois* (n° 21) 351
Erection d'un monument à la mémoire de Charles Grad, à Turckheim (n° 7) 119
Falsification des beurres (n° 20) 335
Filet flottant pour calmer la fureur des vagues (n° 26) 431
Gaz. Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs. *(Correspondance.)* Matter (n° 11). 187
Hivers. Les grands hivers (n° 17) 287
Pêche (la) à la dynamite (n° 4). 57
Pêche (la) de l'éponge. F. Desquiens (n° 11) . 173
Suppression (la) du roulis et du mal de mer (n° 19). 319
Syndicat des fabricants de ciment Portland artificiel de France (n° 7). 119
Traversée (la) du Niagara au théâtre de la Gaîté. G. Vitoux (n° 16). 265
Usine (l') du quai de la Gare de la Compagnie parisienne de l'air comprimé (n° 5). 82
Verre. Fabrication du verre opale (n° 6). . . . 103

PLANCHES

Planche I : Les travaux du canal de la Baltique.

Planche II : Canal de la Baltique.

Planche III : Construction de maisons à Denver, Colorado (États-Unis).

Planche IV : Vue générale de la station centrale d'électricité du boulevard Richard-Lenoir, à Paris. Compagnie parisienne de l'air comprimé.

Planche V : Établissement de Dax-Salin-Thermal, à Dax (Landes).

Planche VI : Ascenseur de 44 mètres pour voyageurs, établi à la station de Weehawken de la North-Hudson County Railway, près de Hoboken.

Planche VII : Le pont en arc de la Cerveyrette, à Briançon.

Planche VIII : Les hautes maisons américaines.

Planche IX : Dépôt de Jersey City.

Planche X : Tramway funiculaire de la rue Broadway, à New-York.

Planche XI : Les machines du *Wai*, bateau à vapeur à trois hélices et à pont couvert.

Planche XII : Les nouveaux ports russes du bassin de la mer Noire. Port de Marioupol.

Planches XIII : Le pont Washington, construit sur le Harlem River, à New-York.

Planche XIV : Locomotives mixtes à grande vitesse n°s 801 à 812 de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Planche XV : Tramway funiculaire de Los Angelos (Californie).

Planche XVI : Grue hydraulique à quadruple action pour four à réchauffer.

Planche XVII : Le chauffage des trains de chemins de fer. Thermo-siphon de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Planche XVIII : Nouvelle mairie du X^e^ arrondissement, à Paris.

Planche XIX : Construction du pont du Midi, sur le Rhône, à Lyon.

Planche XX : Machines-outils pour le tournage automatique des bandages de roues.

Planche XXI : L'usine modèle de MM. V^e^ Ch. Leroy et C^ie^, à Levallois-Perret (Seine). Fabrication du cirage Marcerou.

Planche XXII : Grue Titan du port de Leixoès (Portugal).

Planche XXIII : Accumulateurs de la station de force motrice hydraulique de Birmingham.

Planche XXIV : Machines-pilons marines à triple expansion de la Société J. Boulet et C^ie^.

Planche XXV : Chauffage des trains de chemins de fer. Poêles de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Planche XXVI : Amélioration des passes à l'entrée du port de New-York. Appareils de dragage.

Planche XXVII : Pont de François-Joseph sur le canal du Danube, à Heiligenstadt, près Vienne.

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

Pages

ALSA. — Comptes rendus des séances de la Société internationale des électriciens : Novembre 1891 (n° 8). 140
Décembre 1891 (n° 9). 155
Janvier 1892 (n° 14) 236
Février — (n° 21) 352
Mars — (n° 24) 399
— Les courants alternatifs de grande fréquence et de haut potentiel (n° 20) . 333
AUBÉ (G.). — Réponse du Comptoir métallurgique de Longwy à un article du *Jour* du 5 avril 1892, intitulé : *L'accaparement des fontes, un krach futur* (n° 25) 414
BACLÉ (L.). — Essais de déformation jusqu'à rupture pratiqués en Autriche sur des poutres préparées avec des profilés de diverses natures de métal (n° 14). 226
— Essais de tir sur des plaques de blindage en acier spécial, à Sevran-Livry (n° 22). 364
— Les plaques de blindages en métal mixte et en acier, à propos d'essais récents pratiqués en Angleterre et en Amérique (n°s 10, 11) 161, 174
BARRE (A.). — Chicago et son Exposition en 1893. *(Correspondance)* (n° 3) 45
BEAUJOUAN (Félix) et Yves GUÉDON. — Fabrication des cycles (n°s 25 et 26) . 401, 421
BEDAUX. — Résistance des matériaux. — Détermination graphique des moments fléchissants et des efforts tranchants produits dans une section donnée d'une poutre à deux appuis simples pendant la durée du passage d'un convoi sur cette poutre (le convoi pouvant être contenu entièrement ou non dans la travée (n° 19). 316
BERT (Emile). — Revision du tarif des douanes. *(Suite).* — Voir tome XIX, n° 1, p. 13 ; n° 3, p. 47 ; n° 4, p. 65 ; n° 5, p. 77 ; n° 6, p. 93 ; n° 7, p. 112 ; n° 8, p. 129 ; n° 10, p. 159 ; n° 11, p. 178 ; n° 13, p. 213 ; n° 14, p. 228 ; n° 15, p. 242 ; n° 16, p. 263 ; n° 19, p. 312 ; n° 21, p. 340 ; n° 23, p. 378) (n°s 3, 5, 7, 13). 43, 78, 116, 217
— Revision du tarif douanier. Les droits de douane sur les pétroles (n° 5) . . 79
— Situation respective de la France vis-à-vis des Etats étrangers, sous le régime du 1er février 1892 (n° 14). . . 233
BEYLIER (Ch.). — Câble aérien transporteur. (n° 21). 340
BILLY (E. de). — La question des soufflures dans les moulages d'acier (n° 8) . . . 126
— Les offices du travail en Amérique (n° 10). 166
BOULET (O.). — Moteur rotatif Cloarec (n° 21) 339
BRESSON (G.). — Progrès dans la fabrication de l'acier en Autriche-Hongrie (n° 12) 202
CACHEUX (E.). — Intervention des caisses d'épargne dans la construction d'habitations ouvrières (n° 8). 131
— Office du travail de New-Jersey (Etats-Unis) (n° 15). 248
CHALON (P.-F.). — Fabrication des poudres et explosifs nitrés. Acides et sous-produits (n°s 3, 4, 5). 39, 51, 71

Pages

CHAUDY (F.). — Sur les déformations élastiques des arcs. *(Correspondance.)* (n°s 19 et 21) 319, 351
— Utilisation de la charrue en temps de guerre (n° 5). 83
CHEVRIER (M.). — Le chauffage des trains de chemins de fer. *(Correspondance.)* (n° 22). 367
CHEYSSON (E.). — École des sciences politiques. Conférences sur les questions ouvrières. Conférences d'ouverture du 12 janvier 1892 (n°s 16 et 17) . . 262, 285
CLAVENAD. — Sur la mécanique des phénomènes naturels, les lois physiques et les systèmes absolus d'unités. *(Suite.* Voir tome XIX, n° 4, p. 62 ; n° 5, p. 74 ; n° 6, p. 90 ; n° 7, p. 105 ; n° 26, p. 428.) (n°s 3 et 4). 41, 59
COMPÈRE. — Notice nécrologique sur M. Léon Bour (n° 15) 251
— Notice nécrologique sur M. Ernest Cornut (n° 12). 203
CRÉPY (P.). — Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs. *(Correspondance.)* (n° 14). 230
CUNISSET-CARNOT. — Chronique de jurisprudence (n°s 2, 9, 15 et 24.) 29, 153, 249, 396
DELANNOY (F.). — Aéro-humecteurs, système A. Schmid et A. Kœchlin (n° 2). . . 25
— Appareil de rectification automatique et continue des alcools par première distillation, de M. O. Perrier, ingénieur des Arts et Manufactures (n° 11). . . 181
— Machine à vapeur à grande vitesse Willans, à tige de piston creuse et tiroir central (n° 17) 279
DEMENGE. — La presse à forger de 4 000 tonnes de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry (n° 5). 65
DEPPING (Guill.). — Comptes rendus des séances de la Société de géographie de Paris. Novembre 1891 (n°s 8, 9 et 12). 140, 156, 204
DESGRANDCHAMPS (E.). — Supports spéciaux pour tournage automatique des bandages de roues pour locomotives, tenders et wagons. *(Planche XX.)* (n° 19). 315
DESQUIENS (F.). — Le monte-escaliers électrique (n° 2). 24
— L'asphaltage de la place du Parvis-Notre-Dame (n° 4) 50
— Canal de Panama. *Le tarif à appliquer à Panama et les revenus probables du Canal*, par A. Dumas. Analyse bibliographique (n° 8) 129
— La pêche de l'éponge (n° 11) 173
— Désinfection et blanchiment de la fécule par l'électricité (n° 13). 213
— Les tramways électriques du West-End, à Boston (n° 16). 265
— Humidification de l'air dans les tissages et dans les filatures, système Kœrting (n° 17). 275
— Siphon élévateur. Élévation automatique des eaux (n° 20) 332
— Machines-pilons marines à triple expansion de la Société J. Boulet et Cie. *(Planche XXIV.)* (n° 23). 372

Pages

DESQUIENS (F.). — L'épuration des eaux industrielles, système Henri Desrumaux (n° 24) 385
DORMOY (A.). — Accouplement métallique pour conduites des freins à air comprimé. *(Correspondance.)* (n° 14) 223
DUCASSE (L.). — Concentration de l'acide sulfurique. *(Correspondance.)* (n° 14). . 231
DUCHANOY (Max). — Fabrication de la fonte aux États-Unis (n° 20). 330
— Revue des questions ouvrières (n°s 4, 9, 14, 18 et 22). . . . 61, 148, 231, 301, 365
DUFOUR (A.). — Nouvelle agrafe pour fixer les rails sur les traverses métalliques. *(Correspondance.)* (n° 14) 230
EMPEREUR (P.). — Nouveau procédé de clairçage du sucre. *(Correspondance.)* (n° 14) 229
FAURE (Camille). — L'aluminium. *(Correspondance.)* (n° 26). 431
FÉOLDE (G.). — Les nouveaux tarifs de grande vitesse des grandes compagnies de chemins de fer (n°s 21, 22 et 23) 345, 360 378
FERRAND (Paul). — Ouro Preto et les mines d'or (Brésil) *(Suite.* Voir tome XVI, n° 13, p. 285 ; n° 14, p. 303 ; n° 15, p. 325 ; n° 16, p. 338 ; n° 17, p. 355 ; n° 18, p. 374 ; n° 19, p. 389 ; n° 21, p. 421 ; tome XVII, n° 1, p. 8 ; n° 2, p. 21 ; tome XIX, n° 14, p. 221, et n° 15, p. 239 (n° 26) 427
FICHET (A.). — Gazogène Taylor, à sole tournante et à décrassage automatique (n° 1) 7
FLAMANT (A.). — Sur la répartition du travail dans les compresseurs d'air (n° 1). . 14
FONTVIOLANT (Bertrand de). — Sur les déformations élastiques des arcs. *(Correspondance)* (n°s 20 et 22) 335 367
FORIS. — Laminage de la tôle en feuilles continues, en partant du fer fondu ou de l'acier à l'état liquide. Communication de sir Henry Bessemer à l'*Iron and Steel Institute* (n° 1). 11
— *Traité d'hydraulique*, par M. A. Flamant. Compte rendu bibliographique (n° 2). 26
— Le pont en arc de la Cerveyrette, à Briançon. *(Planche VII.)* (n° 6) . . . 85
— Destruction des émanations de toutes provenances, sans l'emploi d'aucun moyen chimique (système de Pindray) (n° 7) 117
— Lampes à arc Japy (n° 12) 195
— Pompe demi-rotative Japy (n° 15) . . . 246
— La nouvelle mairie du Xe arrondissement à Paris *(Planche XVIII.)* (n° 17). . . 277
— Grue de cent tonnes mue par l'électricité, de M. C.-J. Bates (n° 23) . . . 369
— *Les chemins de fer à crémaillère*, par M. Lévy-Lambert. Analyse bibliographique (n° 24) 395
— La tourelle oscillante de la Compagnie des forges de Saint-Chamond (n° 25). 404
GARNIER (Jules). — Présence d'insectes empâtés dans les minerais de nickel « Garniérites » de la Nouvelle-Calédonie. *(Correspondance.)* (n° 22) 366
GIBON (A.). — Participation des ouvriers aux bénéfices (n°s 3, 5, 6, 7, 9 et 11) 37, 75, 94, 110, 144 184
GOUILLY (A.). — Dynamomètre de rotation de MM. Richard frères (n° 24) 395

Digitized by Google

Pages

GUÉDON (Yves) et Félix BEAUJOUAN. — Fabrication des cycles (nos 25 et 26). . 401, 421
GUILLEMIN (G.). — Résistance des pièces coulées en bronze Roma. *(Correspondance)* (n° 14) 203
HENARD (Eugène). — Trains continus et trottoirs à vitesses multiples. *(Correspondance.)* (n° 25). 408
HERRMANN (A.). — Les nouveaux ports russes du bassin de la mer Noire. *(Planche XII.)* (n° 11). 178
HEUDE (H.). — Chemins de fer d'intérêt local et tramways établis sous le régime de la loi du 11 juin 1880. Résumé des résultats obtenus et critique des différents systèmes employés (nos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23) 238, 256, 283, 297, 312, 328, 347, 362 380
HOSPITALIER (E.). — Indicateur optique permanent de M. J. Perry (n° 5). . . . 74
JANNETTAZ (P.).— Extraits des comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils :
Séance du 2 octobre 1891 (n° 1) . . 16
— 16 — — (n° 2) . . 32
— 6 novembre — (n° 4) . . 64
— 20 — — (n° 6) . . 104
— 4 décembre — (n° 11). . 188
— 18 — — (n° 11). . 188
— 8 janvier 1892 (n° 13). . 220
— 22 — — (n° 15). . 252
— 5 février — (n° 17). . 288
— 19 — — (n° 20). . 336
— 4 mars — (n° 20). . 336
— 18 — — (n° 24). . 399
— 1er avril — (n° 26). . 432
JAPY FRÈRES ET Cie. — La lampe électrique à arc Japy. *(Correspondance.)* (n° 13) . 219
JORINI (A.-F.). — Conditions de stabilité des ponts funiculaires du système Gisclard. *(Correspondance.)* (n° 19). 318
LARNAUDE (André). — Du meilleur régime de fonctionnement pour les lampes à incandescence (n° 1) 6
LASSERRE (F.). — Fermeture automatique des portières des voitures à voyageurs sur les chemins de fer. *(Correspondance.)* (n° 2) 29
LATOUCHE (G.). — Le travail des agents et la sécurité des voyageurs dans les chemins de fer (n° 4) 53
— Proposition de loi relative à la réorganisation du service du contrôle de l'exploitation des chemins de fer (n° 7). 115
— Modifications à la loi sur les sociétés en vue de faciliter la participation aux bénéfices et de la compléter en ce qui concerne les sociétés civiles (n° 9) . . 149
— Projet de loi sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers ou employés (n° 24) 397
LAVERGNE (Gérard). — La modification des torpilleurs de 35 mètres (n° 2). . . . 23
LEPROUX (P.). — Méthodes américaines modernes de fusion des minerais de cuivre (n° 13). 212
LESOURD (G.). — Une cause de danger des canalisations électriques. *(Correspondance.)* (n° 24). 397
LE VERRIER (Urbain). — Etude sur le roulement des hauts fourneaux américains (n° 20) 331
LÉVY (Maurice). — *Traité pratique d'électricité*, de M. Félix Lucas. Résumé bibliographique (n° 13). 213
LEZÉ (R.).—Le concours agricole de Paris (n°16) 267
— *Traité de chimie agricole*, de M. P. P. Dehérain, de l'Institut (n° 25). . . . 412
LINDER (Paul). — Les caisses d'épargne en France et à l'étranger (nos 20, 21). 325, 343
MADISON (R.). — L'exposition de Chicago. — Les hautes maisons américaines *(planche VIII)*. — La bibliothèque. — Le chemin de fer glissant à l'exposition de Chicago. *(Correspondance.)* (n° 7) 107

Pages

MAMY (Henri). — Les usines de ciment Millot et Cie. — Etude géologique et industrielle (n° 8) 121
— Le peuplier régénéré (n° 15). 246
— Les établissements de teinture et apprêts Chappat et Cie, à Clichy-la-Garenne (n° 17). 269
— Élévations et distributions d'eau, système Carré (n° 19) 305
— Les fours portatifs oscillants de A. Piat et ses fils (n° 26). 419
MARESCHAL (G.). — Appareil de photographie automatique, de M. Enjalbert (n° 8.). 138
— La chronophotographie (n° 9.) 152
MARIETTE (Edouard). — *Le Nil, le Soudan et l'Egypte*, par A. Chélu. Analyse bibliographique (n° 25). 415
MATTER. — Abaissement du prix du gaz destiné aux moteurs. *(Correspondance.)* (n° 11) 187
MAZOYER. — Restauration du pont-canal de la Teysonne, canal de Roanne à Digoin (n° 23) 376
MERVEILLEUX DU VIGNAUX (P.) — Essais de canons Canet de 32 centimètres, de 40 calibres, montés en tourelle barbette (n° 6) 89
MOREAU (G.). — Les couleurs d'aniline (n° 2). 19
MULLER (Capitaine L.). — Grandes dragues marines de construction francaise (n° 22.). 353
MUSSY. — Note sur les résistances à la traction, allongements, strictions et résistances élastiques du matériel de chede fer. (nos 16, 18 et 24). 259, 295 et 390
NANSOUTY (Max de). — Arcs de triomphe industriels. (n° 1) 1
— L'éclairage électrique à Paris. Le secteur de la Compagnie Parisienne d'air comprimé, et l'usine d'électricité du boulevard Richard-Lenoir. *(Planche IV)* (n° 3.) 35
— Abatage à la mine d'un massif de 80 000 mètres cubes, à Brest, en novembre 1891. (n° 10). 170
— *Les moteurs à gaz et à pétrole*, par M. Gustave Richard. Analyse bibliographique. (n° 12.) 201
— Statistique des accidents de chemins de fer. (n° 13.). 209
— Le chauffage des trains de chemins de fer. (*Planche XVII.*) (nos 16, 19 et 24) 254, 310, 392
— Le « Steam loop » ou boucle de vapeur, système Walter Burnham. (n° 17) . . 274
— Construction du pont du Midi sur le Rhône à Lyon (*Planche XIX.*) (n° 18). 289
— L'usine modèle de MM. Vve Ch. Leroy et Cie, à Levallois-Perret (Seine). Fabrication du cirage Marcerou (*Planche XXI.*) (n° 20). 321
— La locomotive électrique de MM. H. Bonneau et E. Desroziers. (n° 22). . . . 355
— Les bains d'ouvriers. (n° 25). 411
— Service militaire à l'École Centrale. Visite du Ministre de la Guerre et du Ministre de l'Industrie et du Commerce (n° 26). 417
— Les canaux et leurs progrès (n° 26). . . 426
NEEL (L.). — Élasticimètre Neel et Clermont. *(Correspondance.)* (n° 21). 351
PELATAN (Louis). — Présence d'insectes pseudomorphisés dans les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. *(Correspondance)* (n° 23) 383
PÉRISSÉ (S.). — De la responsabilité et de la faute lourde en matière d'accidents du travail (nos 8 et 9) 130, 148
PESCE (G.-L.).— Grue Titan du port de Leixoès (Portugal). *(Planche XXII.)* (n° 21) . 337
PETIT (G.). — Extraits des comptes rendus de l'Académie des sciences :
Séance du 5 octobre 1891 (n° 1) . . 16
— 12 — — (n° 5). . 84
— 19 — — (n° 5). . 84
— 26 — — (n° 6). . 104
— 2 novembre — (n° 7). . 120
— 16 — — (n° 9). . 155

Pages

Séance du 23 novembre 1891 (n° 10). . 172
— 7 décembre — (n° 11). . 188
— 14 — — (n° 12). . 204
— 28 — — (n° 14). . 236
— 4 janvier — (n° 16). . 268
— 11 — — (n° 17). . 288
— 18 — — (n° 18). . 304
— 25 — — (n° 19). . 320
— 1er février — (n° 20). . 336
— 8 — — (n° 21). . 352
— 15 — — (n° 22). . 368
— 22 — — (n° 23). . 384
— 29 — — (n° 24). . 399
— 7 mars — (n° 25). . 416
— 14 — — (n° 25). . 416
— 21 — — (n° 26). . 432
— Rappel à ressort pour signaux de chemins de fer (n° 25). 413
PONTZEN (Ernest).— La grande tour de 315 mètres projetée pour l'Exposition de Chicago, en 1893 (n° 10). 159
— Chemin de fer à vitesses multiples ou trottoirs mobiles (n° 23). 373
RÉMAURY (H.). — Notice nécrologique sur M. Fernand-Raoul Duval (n° 15). . . 251
RICHOU (G.). — Comble de la nouvelle gare du Pennsylvania Railroad, à Jersey City. *(Planche IX.)* (n° 8) 126
— Le pont Washington construit sur le Harlem River, à New-York. *(Planche XIII.)* (n° 12) 189
ROSSI (Auguste). — Le Métropolitain souterrain de New-York. *(Correspondance.)* (n° 3) 46
ROSSIGNEUX (P.). — Propriétés physiques et chimiques du coke métallurgique (nos 1 et 2) 9, 21
SAINT-ARRAIL (G. de). — Le chemin de fer électrique Heilmann. *(Correspondance.)* (n° 5) 81
SCHIELD-TREHERNE.— Association des chimistes de sucreries et de distilleries. Assemblée générale des 7 et 8 septembre 1891 (n° 4) 63
— Affûtage électrique des limes, couteaux de diffusion (n° 23). 370
SOMASCO (Ch.). — Maison à doubles parois avec chauffage à l'intérieur des murailles (n° 10). 168
TALANSIER (Ch.). — Pouvoir calorifique des combustibles. Détermination industrielle par l'appareil de M. P. Mahler (n° 12). 197
TÉDESCO (N. de). — Le pont Boucicaut, à Verjux (Saône-et-Loire) (n° 1) . . . 5
TERRIER (Paul). — *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques*, par M. Maurice d'Ocagne (nos 4, 5 et 6) 58, 72 97
THEREL. — Application de la loi du 11 juin 1880 à une demande en concession de tramways *(Correspondance.)* (n° 21) 350
THIVEL (Henry). — L'aluminium. Prix de revient. Nouveau procédé de M. Faure (n° 24) 389
THUNIMONT (L. de). — Le matériel électrique construit par MM. Schneider et Cie, au Creusot (n° 12) 192
— Transformation du théâtre de la Porte-Saint-Martin (n° 17) 278
TURQUAN (V.). — Statistique des accidents de chemins de fer (nos 3, 4, 6 et 7) 43, 54, 99 113
— Quantité de travail fournie par un ouvrier en Amérique du Nord et en Europe (n° 16) 266
VIENNOT (L.). — Le monte-escaliers électrique *(Correspondance.)* (n° 11). . . . 187
VIGNAL (H.).— Dosage volumétrique du cuivre (n° 2) 30
VITOUX (G.). — La traversée du Niagara au théâtre de la Gaîté (n° 16). 265
VIVET (Léon).— L'Association technique maritime. Session de 1891 (nos 7, 9, 14 et 15 . . . . . 106, 142, 223 244
VLASTO (Ernest). — Haveuse « Ingersoll-Sergeant (n° 13) 211

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER — IMPRIMERIE CHAIX. — RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 9890-4-92.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112304602